

Prix du numéro : 6 Francs

3<sup>E</sup> ANNÉE

N° 7-8

JUILLET-AOUT  
1934



# L'OSSATURE METALLIQUE

## SOMMAIRE

Projet d'un nouveau Palais des Expositions présenté par MM. Beaudouin et Lods, architectes, au concours organisé par l'O. T. U. A.

Les applications de la poutre Vierendeel au Japon. La nouvelle Halle VI de la Foire Suisse d'Echantillons de Bâle.

Le pylône de la station d'émissions radiophoniques de Budapest.

Vitrines et Magasins. Concours pour un Palais des Expositions et des Fêtes à Lucerne.

Auscultation tensométrique de l'ossature métallique des voitures motrices des Tramways de Liège.

Principe d'application de la plasticité au calcul des constructions métalliques hyperstatiques.

Exemple d'étude de région plastique. Action du mandrinage dans une tôle.

Le Congrès International annuel des Centres d'Information de l'Acier, Londres, juin 1934.

Chronique.

Ouvrages récemment parus.

Documentation bibliographique.

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

STUDIO SIMAR-STEVENS



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

(ASSOCIATION SANS BUT LUCRATIF)

a été fondé le 12 janvier 1932  
par les représentants autorisés de l'industrie sidérurgique  
dans le but de développer et de promouvoir l'emploi de l'acier  
dans tous ses domaines d'applications.

## Conseil d'Administration

*Président :*

M. Eugène GEVAERT, Directeur Général Honoraire des Ponts et Chaussées ;

*Vice-Président :*

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

*Membres :*

- M. Fernand COURTOY, Président et Administrateur délégué du Bureau d'Etudes Industrielles F. Courtoy (Soc. Coop.) ;
- M. Arthur DECOUX, Directeur Général de la S. A. des Laminoirs, Hauts Fourneaux, Forges, Fonderies et Usines de La Providence ;
- M. Paul DEVIS, Président de la S. A. des Anciens Etablissements Paul Devis, Président de la Chambre Syndicale des Marchands de fer de Belgique ;
- M. Hector DUMONT, Administrateur-Directeur de la S. A. des Ateliers de Construction de Jambes-Namur ;
- M. Léon GREINER, Administrateur-Directeur Général de la S. A. John Cockerill, Président du Groupement des Hauts Fourneaux et Aciéries Belges ;
- M. Louis ISAAC, Administrateur délégué de la S. A. Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi ;
- M. Ludovic JANSSENS DE VAREBEKE, Administrateur délégué, Président des Anciens Etablissements Métallurgiques Nobels-Pelman, S. A.
- M. Aloys MEYER, Directeur général des A. R. B. E. D., à Luxembourg ;
- M. Henri ROGER, Directeur général de H. A. D. I. R., à Luxembourg ;
- M. Fernand SENGIER, Administrateur délégué des Laminoirs et Boulonneries du Ruau, Président du Groupement des Transformateurs du Fer et de l'Acier de Charleroi ;
- M. Jacques VAN HOEGAERDEN, Président de la S. A. d'Ougrée-Marihaye, Président du Groupement des Hauts Fourneaux et Aciéries belges ;
- M. Lucien WAUTHIER, Directeur-Gérant de la S. A. des Usines à Tubes de la Meuse, Président du Groupement des Usines Transformatrices du Fer et de l'Acier de la Province de Liège.

## Direction

*Directeur :* Léon-G. RUCQUOI, Ingénieur des Constructions Civiles, Master of Science in C. E. ;

*Secrétaire :* Georges THORN, Licencié en Sciences Commerciales.



# Liste des Membres

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

### ACIÉRIES BELGES

Angleur-Athus (Société Anonyme d'), à Tilleur-lez-Liège.  
 Usines Gustave Boël, S. A., à La Louvière.  
 Forges de Clabecq, S. A., à Clabecq.  
 John Cockerill, S. A., à Seraing-sur-Meuse.  
 Métallurgique d'Espérance-Longdoz, S. A., 1, rue de Huy, Liège.  
 Usines Gilson, S. A., La Croyère (Bois d'Haine).  
 Laminoirs, Hauts Fourneaux, Forges, Fonderies et Usines de la Providence, S. A., à Marchienne-au-Pont.  
 Usines Métallurgiques du Hainaut, S. A., à Couillet.  
 Usines de Moncheret, S. A., à Acoz.  
 Ougrée-Marihaye (Société Anonyme d'), siège social Ougrée.  
 Métallurgique de Sambre et Moselle, S. A., à Montigny-sur-Sambre.  
 Hauts Fourneaux, Forges et Acieries de Thy-le-Château et Marcinelle, S. A., à Marcinelle.

### ACIÉRIES LUXEMBOURGEOISES

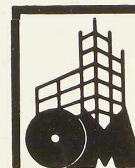
Acieries Réunies de Burbach-Eich-Dudelange (Arbed), S. A., et Société Métallurgique des Terres Rouges, S. A., avenue de la Liberté, Luxembourg.  
 Hauts Fourneaux et Acieries de Differdange, Saint-Ingbert, Rumelange (Hadir), S. A., 26, avenue de la Porte Neuve, à Luxembourg.  
 Usines de Rodange (Division d'Ougrée-Marihaye), à Rodange.

### TRANSFORMATEURS

Laminoirs et Boulonneries du Ruau, S. A., à Monceau-sur-Sambre.  
 Forges et Laminoirs de Baume, S. A., à Haine-Saint-Pierre.  
 Forges et Laminoirs de Jemappes, S. A., à Jemappes-lez-Mons.  
 Tôleries Delloye-Matthieu, S. A., à Marchin (Huy).  
 Laminoirs de Longtain, S. A., à La Croyère, Bois d'Haine.  
 Usines Gilson, S. A., à La Croyère, Bois d'Haine.  
 Usines à Tubes de la Meuse, S. A., à Flémalle-Haute.  
 La Métal-Autogène, S. A., 490, rue Saint-Léonard, Liège.  
 Laminoirs du Monceau, S. A., à Méry (Tilff-lez-Liège).  
 Forges, Fonderies et Laminoirs de Nimy, S. A., à Nimy-lez-Mons.  
 Tubes de Nimy, S. A., à Nimy-lez-Mons.

### ATELIERS DE CONSTRUCTION

Angleur-Athus (Société Anonyme d'), à Tilleur-lez-Liège.  
 Société Anglo-Franco-Belge de Matériel de chemins de fer, à La Croyère.  
 Ateliers d'Awans et Etablissements Français réunis, S. A., à Awans-Bierset.  
 Baume et Marpent, S. A., à Haine-Saint-Pierre.  
 La Construction Soudée André Beckers, chaussée de Buda, à Haren.  
 Ateliers de Construction Paul Bracke, 34-40, rue de l'Abondance, Bruxelles.  
 John Cockerill, S. A., à Seraing-sur-Meuse.  
 « Cribla », S. A. Construction de Criblages et Lavoires à charbon, 31, rue du Lombard, Bruxelles.  
 La Brugeoise et Nicaise et Delcuve, S. A., La Louvière.  
 Compagnie Centrale de Construction, S. A., à Haine-Saint-Pierre.  
 Ateliers Detombay, S. A., à Marcinelle.  
 Ateliers Georges Dubois, à Jemeppe-sur-Meuse.  
 Ateliers de la Dyle, S. A., Louvain.  
 Société Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi, S. A., à Enghien.  
 Ateliers de Construction de Jambes-Namur, S. A., à Jambes-Namur.  
 Ateliers de Construction de Familleureux, S. A., à Familleureux.  
 Ateliers de Construction de Hal, S. A., à Hal.  
 Ateliers Emile Kas, avenue de Mai, 264-266, Woluwé-Saint-Lambert.  
 Ateliers de Construction de Mortsel et Etablissements Geerts et Van Aalst réunis, S. A., à Mortsel-lez-Anvers.  
 Ateliers de Construction de Malines (Acomal), S. A., 29, Canal d'Hanswyck, à Malines.  
 Ateliers du Nord de Liège, 5, rue Navette, à Liège.  
 Les Ateliers Métallurgiques, S. A., à Nivelles.  
 Anciens Etablissements Métallurgiques Nobels-Peelman, S. A., à Saint-Nicolas (Waes).  
 Ateliers Métallurgiques et Chantiers Navals, S. A., 192, chaussée de Louvain, Vilvorde.  
 Ougrée-Marihaye (Société Anonyme d'), Siège social Ougrée.  
 Ateliers Arthur Sougniez Fils, 42, rue des Forgerons, à Marcinelle.  
 Ateliers de Constructions de Soignies, S. A., Soignies.  
 Chaudronneries A.-F. Smulders, S. A., à Grâce-Berleur-lez-Liège.  
 Chaurobel, S. A., à Huyssinghen.  
 « Sacoméi » S. A. de Constructions Métalliques et d'Entreprises Industrielles, 78, rue du Marais, à Bruxelles.





« Soméba », Société Métallurgique de Baume, S. A., rue Lecat, à La Louvière (Baume).  
**Etablissements D. Steyaert-Heene**, Ateliers de Constructions métalliques, Eecloo.  
**Ateliers de Construction et Chaudronnerie de Viesville**, S. A., à Viesville-lez-Charleroi.  
**Société Anonyme de Construction et des Ateliers de Willebroeck**, à Willebroeck.  
**Société Anonyme des Anciens Etablissements Paul Würth**, à Luxembourg.

#### CHASSIS MÉTALLIQUES

**Chamebel (Le Châssis Métallique Belge)**, S. A. Belge, chaussée de Louvain, à Vilvorde.  
 « Soméba », Société Métallurgique de Baume, S. A., rue Lecat, à La Louvière (Baume).

#### MEUBLES MÉTALLIQUES

**Maison Desoer**, S. A., (meubles métalliques ACIOR), 17 et 21, rue Sainte-Véronique, Liège, et 16, rue des Boiteux, Bruxelles.  
**Manufacture belge de Gembloux**, S. A., 7 à 15, rue Albert, Gembloux.  
 « SIDAM », Société Industrielle d'Ameublement, S. A., 46, rue de Stassart, Bruxelles.  
**S. A. des Métaux Usinés**, 8, rue de la Station, Jupille-lez-Liège.

#### SOUDURE AUTOGENE

##### Matériel, électrodes, exécution

**Electricité et Electro-Mécanique**, S. A., 19-21, rue Lambert Crickx, Bruxelles.  
**Electro-Soudure Autogène Belge (Esab.)**, S. A., 118, rue Stephenson, Bruxelles.  
**Electro-Soudure Thermarc**, S. A., 7, rue Gillekens, Vilvorde.  
**L'Air Liquide**, S. A., 31, quai Orban, Liège.  
**La Soudure Electrique Autogène « Arcos »**, S. A., 58-62, rue des Deux Gares, Anderlecht-Bruxelles.  
**L'Oxydrique Internationale**, S. A., 31, rue Pierre Van Humbeck, Bruxelles.

#### MARCHANDS DE FER ET DE POUTRELLES ET COMPTOIRS DE VENTE DE PRODUITS MÉTALLURGIQUES

##### Individuellement :

**Davum**, S. A. Belge, 4, quai Van Meteren, à Anvers.  
**Ucométal (Union Commerciale Belge de Métallurgie)**, 24, rue Royale, Bruxelles.  
**Anciens Etablissements Paul Devis**, S. A., 43, rue Masui, Bruxelles.  
**Oortmeyer, Mercken et C<sup>ie</sup>**, Société en commandite simple, 404-412, avenue Van Volxem, Bruxelles.  
**Etablissements Geerts et Van Aalst réunis**, S. A., à Mortsels-lez-Anvers.  
**Etablissements Gilot Hustin**, 14, rue de l'Etoile, à Namur.  
**Métaux Galler**, S. A., 22, avenue d'Italie, à Anvers.

**Fers et Aciers Pante et Masquelier**, S. A., 30, rue du Limbourg, à Gand.

##### Collectivement :

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

#### BUREAUX D'ÉTUDES ET INGÉNIEURS-CONSEILS

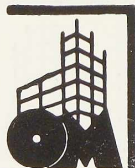
**Bureau d'Etudes Industrielles Fernand Courtoy**, Société Coopérative, 43, rue des Colonies, à Bruxelles.  
**Bureau d'Etudes René Nicolai**, quai des Etats-Unis, 16, Liège.  
**MM. C. et P. Molitor**, ingénieurs-conseils en construction métallique et soudure électrique, 5, boulevard Emile Bockstael, à Bruxelles.  
**M. Van der Haeghen**, ingénieur-conseil, 20, avenue Michel-Ange, à Bruxelles.  
**MM. J. Verdeyen et P. Moenaert**, ingénieurs-conseils (A. I. Br.), Bureau Technique de Construction Moderne, 5, rue Jean Chapelié, Bruxelles.

#### MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

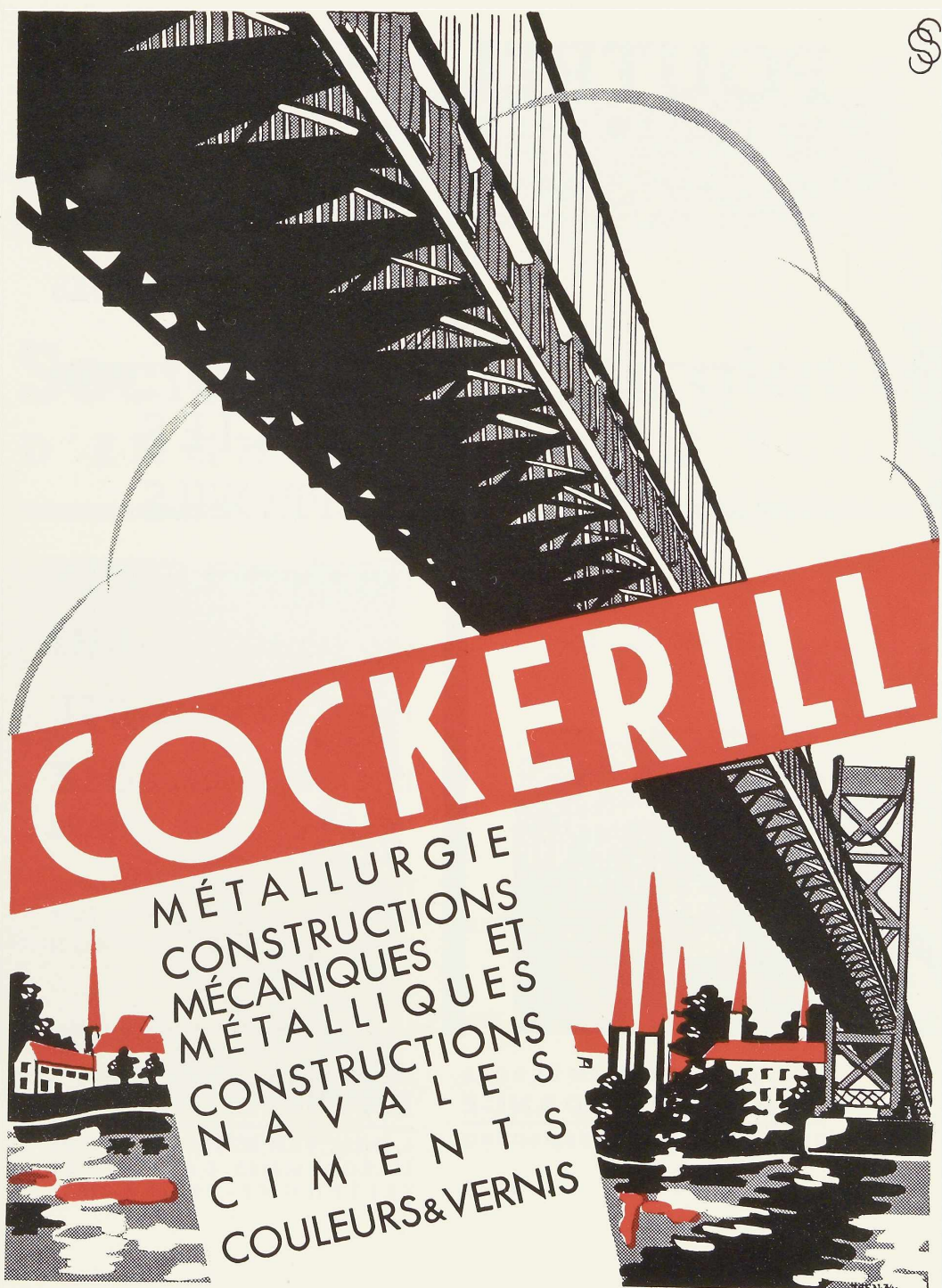
**Briqueteries et Tuileries du Brabant**, S. A., 21, rue de Mons, à Tubize.  
**Etablissements Cantillana**, S. A., rue de France, 29, à Bruxelles-Midi.  
**Le Treillage Céramique Steengas**, S. A., 12, avenue Saint-Ambroise, Dilbeek-Bruxelles.  
**Tuileries et Briqueteries d'Hennuyères et de Wanlin**, S. A., à Hennuyères.  
**Les Planchers Christin**, S. A., 3, place du Béguinage, Bruxelles.  
**S. A. Westvlaamsche Betonwerkerij**, 73, quai Saint-Pierre, Bruges.  
**MM. Vallaëys et Vierin, Briques « Moler »**, 69, avenue Broustin, Ganshoren, Bruxelles, et 473, Grande Chaussée, Berchem-Anvers.  
**Société Anonyme « Eternit »**, Cappelle-au-Bois (Malines).  
**Farcométal (métal déployé)**, 57, rue Gachard, Bruxelles.  
**France et C<sup>ie</sup>**, (isolation, acoustique), 8, rue de la Bourse, Bruxelles.

#### MEMBRES INDIVIDUELS

**M. Buffin**, Constructeur, 131, boulevard Saint-Michel, à Bruxelles.  
**M. Eug. François**, professeur à l'Université de Bruxelles, 155, rue de la Loi, Bruxelles.  
**M. Jean François**, membre associé de la firme François, rue du Cornet, à Bruxelles.  
**M. César Cœraert**, ingénieur, 124, avenue Albert, à Bruxelles.  
**M. Eug. Gevaert**, Directeur général honoraire des Ponts et Chaussées, 207, rue de la Victoire, Bruxelles.  
**M. Van Hoenacker**, architecte, rue Vénus, 33, Anvers.







# COCKERILL

MÉTALLURGIE  
CONSTRUCTIONS  
MÉCANIQUES ET  
MÉTALLIQUES  
CONSTRUCTIONS  
NAVALES  
CIMENT S  
COULEURS & VERNIS

STUDIO SIMAR-STEVENS BRUXELLES



# POUTRELLES GREY

A LARGES AILES ET FACES PARALLÈLES



SEUL FABRICANT EN EUROPE  
**HADIR-DIFFERDANGE**  
GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG

POUR OSSATURES  
D'IMMEUBLES, PONTS  
LIGNES ELECTRIQUES  
ETC.

## 4 SERIES DE PROFILS

TYPE RENFORCE **DIR**

TYPE NORMAL **DIN**

TYPE A AILE MINCE **DIL**

TYPE A AILES MINCES **DIE**

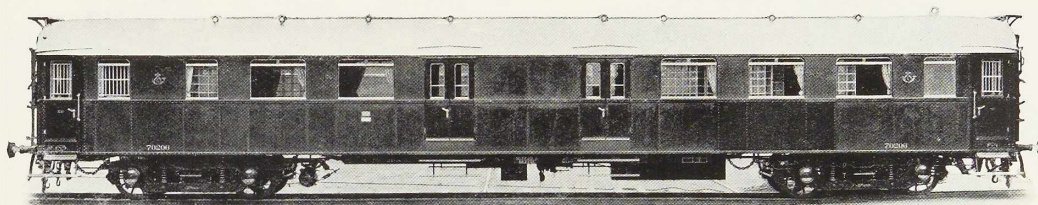
ET TOUS PROFILS INTERMÉDIAIRES  
RÉPONDANT A TOUS LES PROBLÈMES  
DE LA CONSTRUCTION

Immeuble du Boerenbond à Anvers, au 25<sup>e</sup> étage

AGENCE DE VENTE EN BELGIQUE  
**DAVUM** SOC. ANONYME BELGE

4, QUAI VAN METEREN, ANVERS  
TÉLÉGRAMMES: DAVUMPORT  
TÉLÉPHONE: 299.13 à 299.17

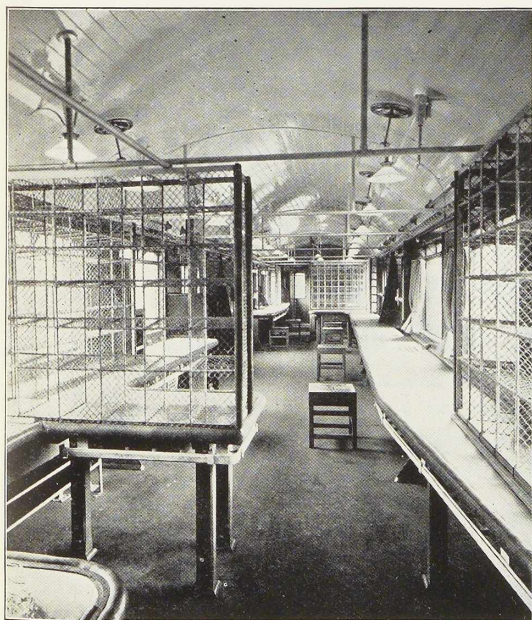




Voiture postale de la S. N. C. F. B.

# Société Métallurgique D'ENGHIEN SAINT-ELOI

Siège Social : ENGHIEU (Belgique)



Vue intérieure de la voiture postale

CHAUDRONNERIE

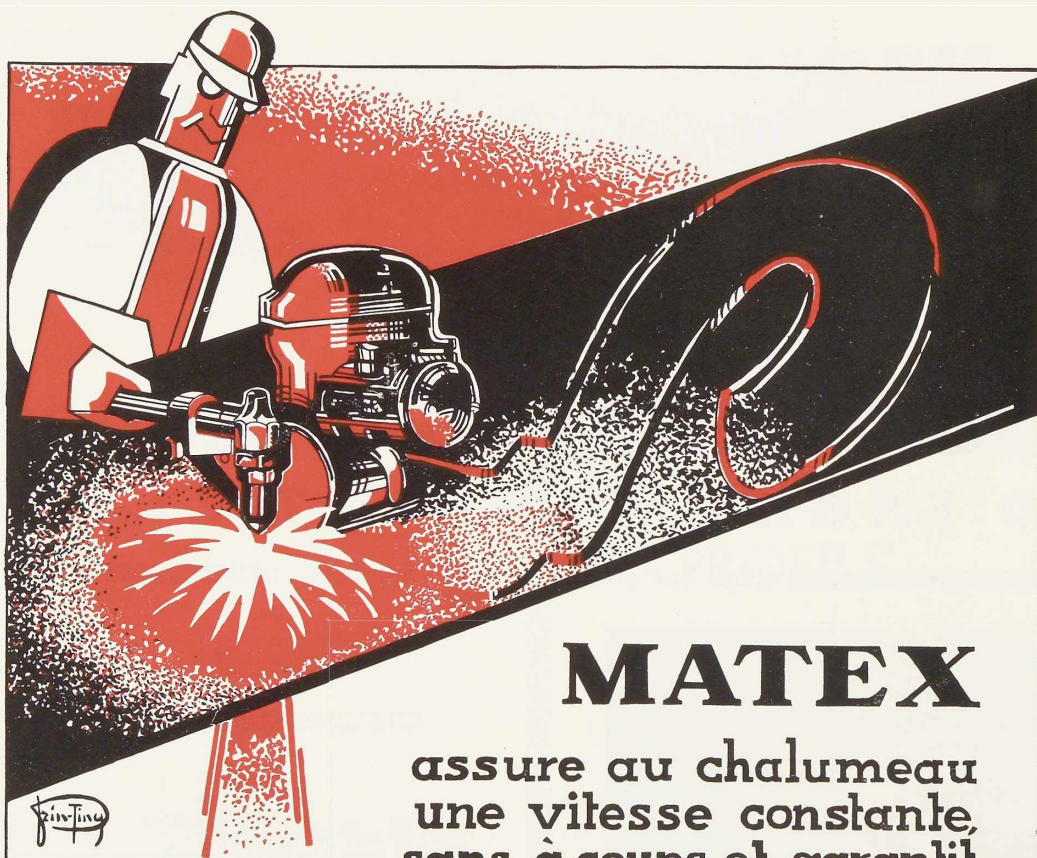
PONTS = CHARPENTES

BOULONS ET RIVETS

MATERIEL POUR CHEMINS DE FER

PONTS ROULANTS = MANUTENTION





# MATEX

assure au chalumeau  
une vitesse constante,  
sans à-coups, et garantit  
des coupes très nettes qui  
réduisent l'usinage au minimum

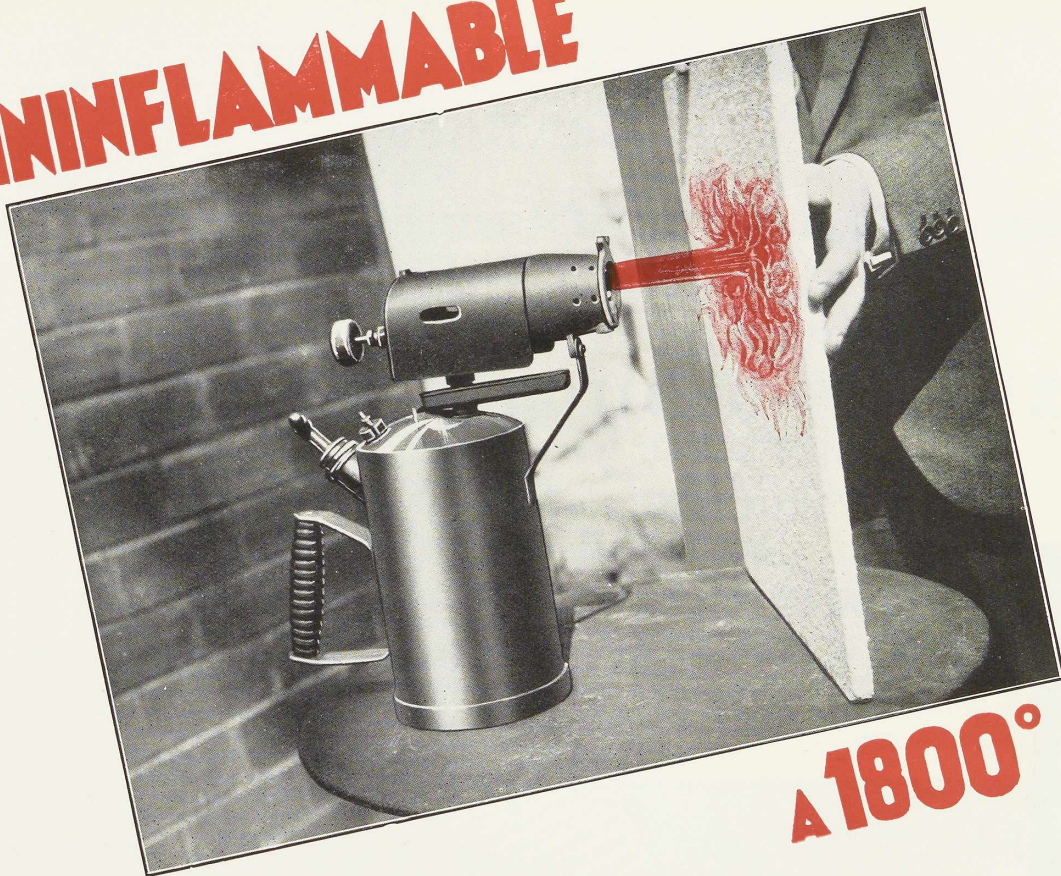
---

POUR TOUS RENSEIGNEMENTS S'ADRESSER A

**L'AIR LIQUIDE SA. LIEGE.**



# ININFLAMMABLE



# A 1800°

La plaque "BALLISOL" primée entre 250 produits différents, a été adoptée pour l'isolation thermique du nouveau paquebot "La Normandie".

Densité : 130 à 140 kilos le m<sup>3</sup>.

Produit acoustique parfait.

Coefficient de conductibilité : 0,03 le plus bas connu à ce jour.

Se fabrique en toutes épaisseurs à partir de 15 mm.

PRODUITS EN TERRE - CUITE.

**Toitures. Sous-toitures. Toitures-terrasses. Planchers  
Imperméabilisation toitures-terrasses au bitume pur: BINIUM**

GRAND PRIX EXPOSITION DE LIÈGE 1930

# JOSEPH FRAN CART

61, RUE DE LA SOURCE, 61 • BRUXELLES

TÉLÉPHONE : 37.77.80 - ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE : FRANCARJOS. BRUXELLES

STUDIO SIMAR-STEVEN'S



**UNE ETUDE ET DES PROJETS  
GRATUITS**

VOUS SONT OFFERTS PAR LE " SERVICE PONTS ET CHARPENTES "

DE LA

**S<sup>TE</sup> A<sup>ME</sup> D'OUGREE - MARIHAYE**

POUR

TOUTES CHARPENTES RIVÉES OU SOUDÉES

•

BATIMENTS INDUSTRIELS  
HALLS D'EXPOSITION — HANGARS D'AVIATION ET AUTRES  
OSSATURES POUR IMMEUBLES  
COLONNES ET PLANCHERS

•

PYLONES  
PASSERELLES — TRANSPORTEURS — DÉBARCADÈRES

•

PONTS-ROUTE — PONTS-RAILS  
PONTS PORTIQUES ET PONTS ROULANTS  
GRUES ET POTENCES

•

CHASSIS A MOLETTES — TRIAGES ET LAVOIRS  
TREMIES — WAGONNETS — BERLAINES  
CADRES DE MINE — CUVELAGES — ETANÇONS

•

GAZOMÈTRES — CHATEAUX D'EAU  
TANKS A PÉTROLE — RÉSERVOIRS — TUYAUTERIES



les Systèmes passent  
Celui ci subsiste et s'améliore

■  
**LA TOLE D'ACIER GALVANISEE**

reste le matériel  
léger  
résistant  
économique  
par excellence

■  
Nos moyens modernes de fabrication  
renforcent ces qualités

notre notice n° 8T  
vous intéresse



**TOLES GALVANISEES**

PLANES - ONDULEES

**OUGREE MARIHAVE**

A  
**OUGREE LEZ LIEGE**



TOUS ACIERS, FERS, PROFILES  
POUTRELLES ORDINAIRES & GREY

PROFILÉS POUR CHASSIS MÉTALLIQUES

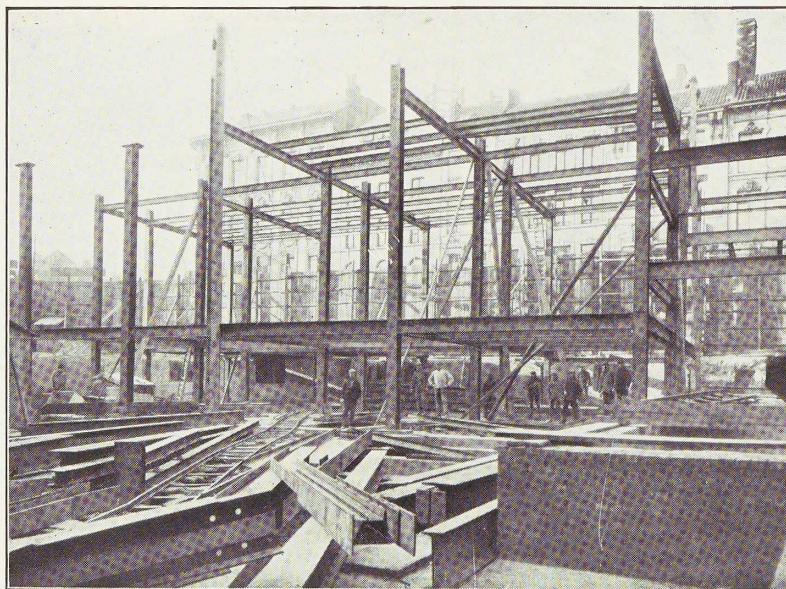


ANCIENS ÉTABLISSEMENTS

**PAUL DEVIS**

SOCIÉTÉ ANONYME

43, RUE MASUI, BRUXELLES



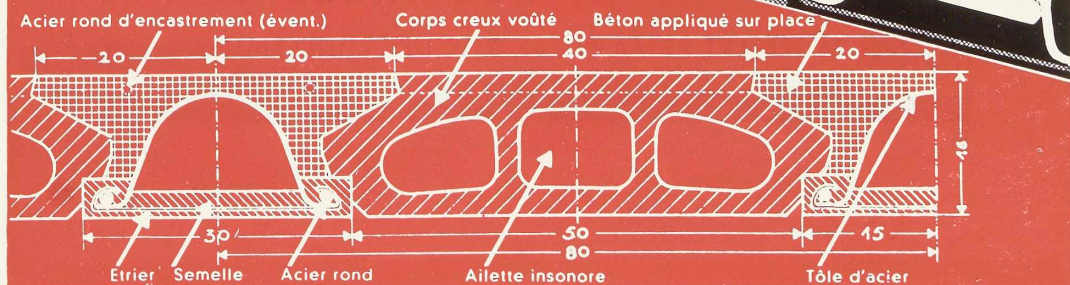


# LE PLANCHER TUBACIER

158, boulev. Adolphe Max, BRUXELLES. Téléph. : 17.53.95

ARCHITECTES, INGENIEURS, PROPRIETAIRES !

Songez que 90 % des appartements vides le sont  
à cause de la sonorité excessive. Evitez cette  
erreur par l'emploi du PLANCHER TUBACIER.



DEMANDEZ CATALOGUE S. F.

STUDIO SIMAR STEVENS - BRUXELLES



---

# TUBESCA

EHELLES ET ECHAFAUDAGES LEGERS  
EN TUBES D'ACIER

FABRICATION BELGE BREVETÉE

---

**TOUS LES TYPES. POUR TOUS USAGES**

**Matériau employé :** Tubes en acier pour les échelons et les montants : donc pas de cassures ni de fêlures possibles. Durée indéfinie. Pas d'accidents ni de responsabilité à craindre.

**Mode d'assemblage :** Par sertissage des échelons dans les montants : donc pas de déboitements possibles.

**Poids :** À remarquer que les échelles en tubes d'acier sont plus légères que celles en bois.

---

**SOCIÉTÉ ANONYME DES  
USINES A TUBES DE LA MEUSE**

**FLÉMALLE-HAUTE**

AGENT : M. HENRI RENARD, 43, RUE DES GUILLEMINS, LIÈGE

---



UNION COMMERCIALE BELGE  
DE METALLURGIE

**UCOMETAL**

24, RUE ROYALE, BRUXELLES

---

**AGENT DE VENTE DES USINES:**

ANGLEUR-ATHUS

COCKERILL

SAMBRE ET MOSELLE

PROVIDENCE



TÉLÉPHONE : 12.51.40 - 12.51.46 à 49

TÉLÉGRAMME : UCOMÉTAL-BRUXELLES



# ELECTRODES

ENROBEES & ENDUITES

POUR TOUTES APPLICATIONS  
DE LA SOUDURE A L'ARC

Procédés agréés par la  
SOCIÉTÉ NATIONALE  
DES CHEMINS  
DE FER BELGES



Procédés agréés par le  
LLOYD REGISTER  
OF SHIPPING et le  
BUREAU VERITAS

S. A.

## ELECTRO - SOUDURE THERMARC

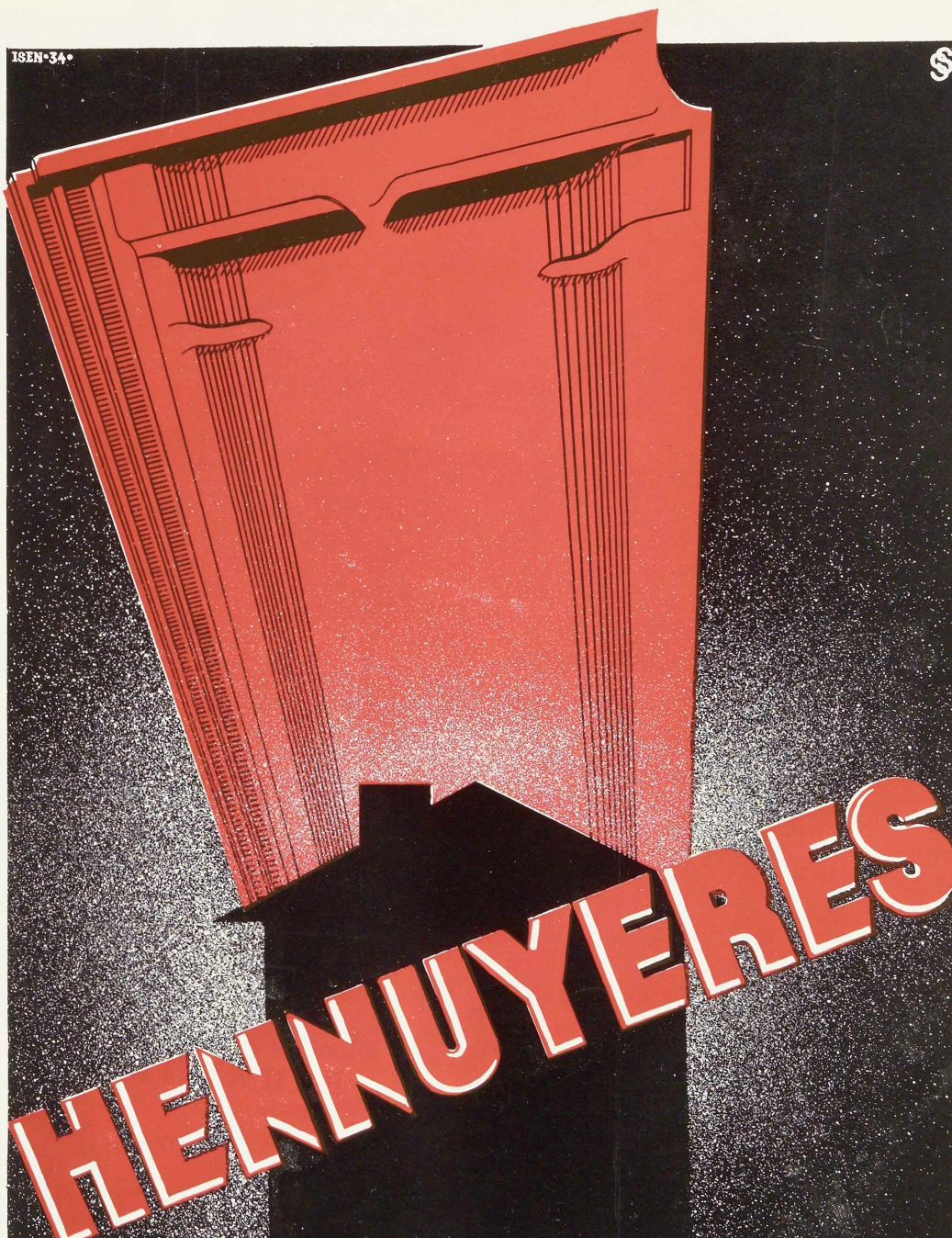
RUE GILLEKENS, 7, VILVORDE

TÉLÉPHONE BRUXELLES 15.91.40. ADRESSE TÉLÉGR. THERMARC VILVORDE



ISEN 34

S

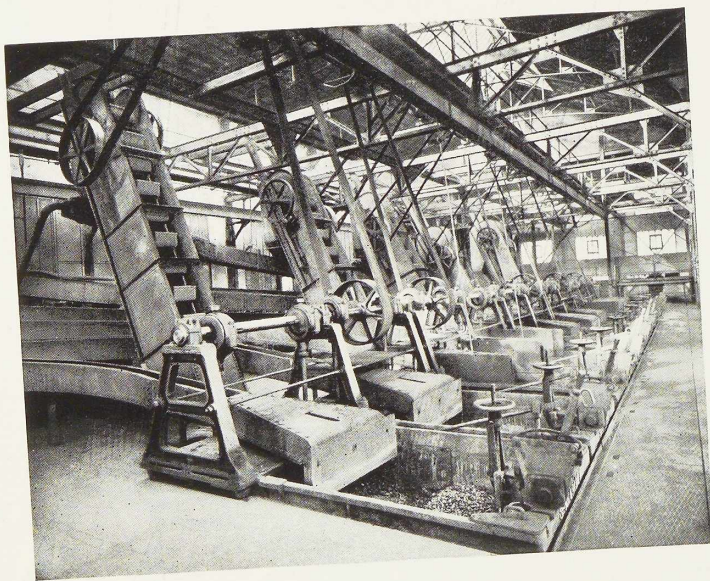


# HENNUYERES

TUILERIES & BRIQUETERIES D'HENNUYERES & DE WANLIN  
TEL: 214 A REBECQ • 9 ABRAINE-LE-COMTE

STUDIO SIMAR-STEVENS, BRUXELLES





# S.A. CRIBLA

31, RUE DU LOMBARDO, BRUXELLES

Constructions de TRIAGES et LAVOIRS à charbon.  
- Lavage par bacs à piston et courant d'eau. -  
Lavage pneumatique.

Ateliers de mélange et broyage. - Manutentions  
mécaniques. - Déchargement et mise en stock  
pour Centrales Electriques.

Transporteurs à vis, à raclettes, à courroies, à  
tabliers métalliques, élévateurs à godets, skips,  
monte-charge, cribles vibrants, culbuteurs de  
waggonnets et de grands wagons.





# Tubize

**Planchers transportables en briques creuses** armés d'aciers ronds (système breveté).

**Briques de façade** en tous formats.

**Briques creuses** pour maçonneries légères (format 8 x 16 x 30).

**Tuiles et accessoires** en divers modèles.

**Tuyaux de drainage**, etc.

**BRIQUETERIES ET TUILERIES DU BRABANT • S.A.**  
**ÉTABLISSEMENTS L. CHAMPAGNE** TÉL : TUBIZE 55 ET 260

DEMANDEZ NOTRE NOUVELLE BROCHURE ILLUSTRÉE O. M

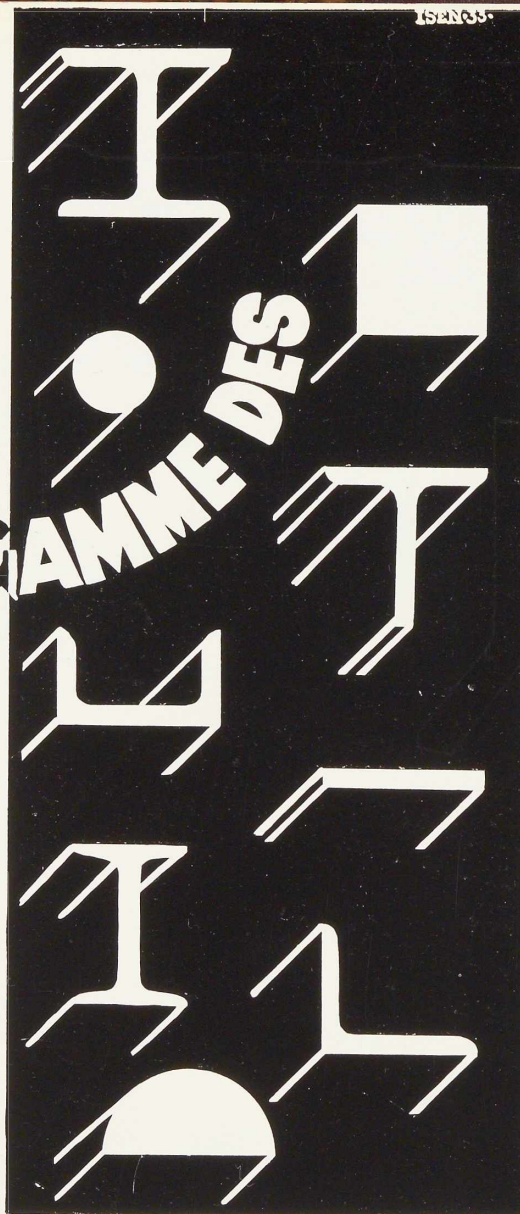
STUDIO SIMAR-STEVEN'S BRUXELLES.



EN STOCK

TOUTE LA GAMME DES

**PROFILES.**  
TOLES, FONTES  
FERS ET MÉTAUX

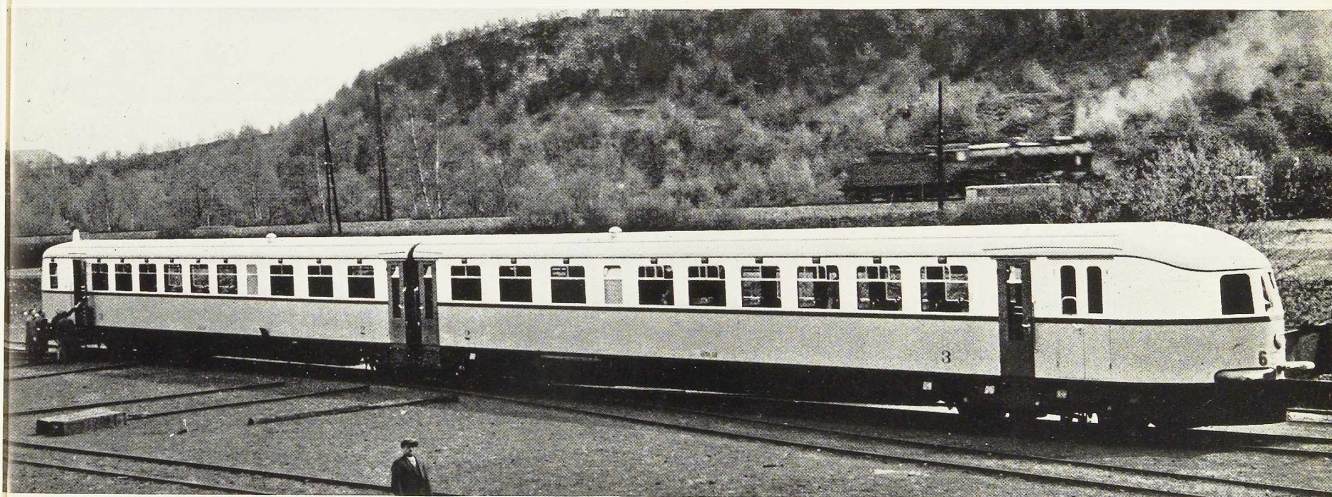


**P. & M. CASSART**

BUREAUX ET MAGASINS:  
120-122 AVENUE DU PORT 120-122  
BRUXELLES • TELEPHONE: 26.39.41 • 26.27.46



# LA NOUVELLE AUTOMOTRICE DES CHEMINS DE FER BELGES



## PEINTE AVEC **C O L O R I N** DEPUIS **A** JUSQU'À **Z**

Il fallait un fini en tous points digne de ces superbes lignes aérodynamiques ! Il fallait surtout des émaux, laques et vernis capables de résister dans les conditions extraordinairement dures qui vont leur être imposées.

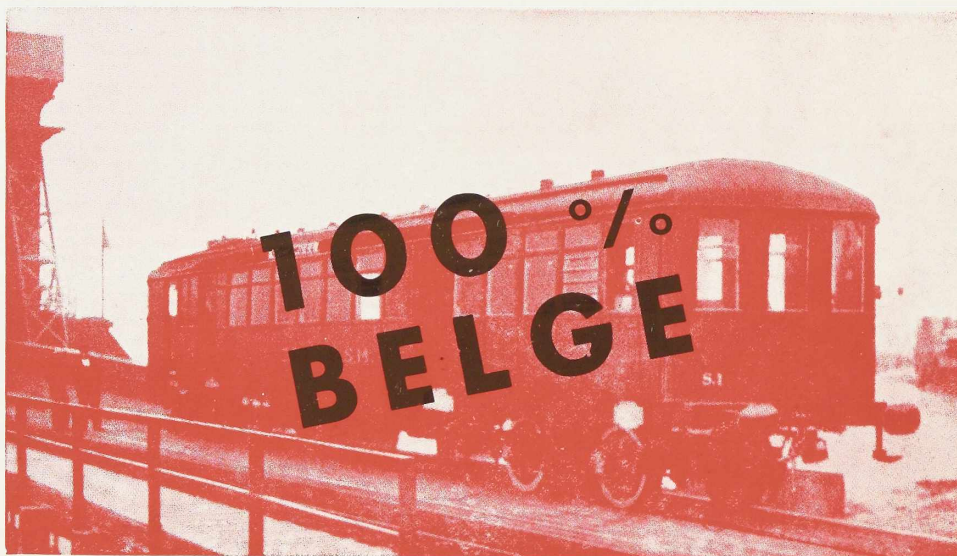
Les produits Colorin répondant supérieurement à ces deux exigences, il n'est donc pas étonnant qu'ils aient été adoptés par les constructeurs « La Brugeoise, Nicaise et Delcuve » à La Louvière, et approuvés par les ingénieurs de la Société Nationale des Chemins de fer Belges.

Voici la liste des produits Colorin utilisés dans ces superbes voitures - orgueil de notre Railway :

**POUR L'EXTERIEUR.** - Minium de plomb préparé Colorin. Enduit Endurex Colorin. Apprêt Endurex Colorin. 1<sup>re</sup> couche de teinte Colorin. 2<sup>e</sup> couche de teinte Colorin. Email à polir et email final des tons n° 58 (Bleu acier), 59 (Bleu voiture) et 60 (Beige) de la gamme Colorin.

**POUR L'INTERIEUR.** - Les sièges en bois naturel ont été recouverts de vernis mat Colorin.





CONSTRUCTION BELGE  
COMBUSTIBLE BELGE  
ENTRETIEN MINIMUM  
RENDEMENT MAXIMUM

## AUTOMOTRICE A VAPEUR

(Licence Sentinel Camel)

construit par

S.A.  
LES ATELIERS METALLURGIQUES  
NIVELLES - BELGIQUE



# L'OSSATURE METALLIQUE

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

3<sup>e</sup> ANNÉE · N° 7-8 · JUILLET-AOUT 1934. LE NUMÉRO, 6 FRANCS

**Abonnements :** Belgique et Grand-Duché de Luxembourg : 1 an, 40 francs  
Étranger : 1 an, 70 francs (14 belgas)

54, RUE DES COLONIES, BRUXELLES. TÉLÉPHONE : 17.29.44. CHÈQUES POSTAUX : 34.017

## Sommaire

Projet d'un nouveau Palais des Expositions présenté par MM. Beaudouin et Lods, architectes, au concours organisé par l'O. T. U. A.	pages 347
Les applications de la poutre Vierendeel au Japon, par F. Takabeya	356
La nouvelle Halle VI de la Foire Suisse d'Echantillons de Bâle . . .	360
Le pylône de la Station d'émissions radiophoniques de Budapest . . .	364
Vitrines et magasins . . .	368
Concours pour un Palais des Expositions et des Fêtes sur l'Allmend à Lucerne . . .	370
Auscultation tensométrique de l'ossature métallique des voitures motrices des Tramways de Liège, par N. Selezneff . . .	374
Principes d'application de la plasticité au calcul des constructions métalliques hyperstatiques, par A. S. Joukoff . . .	379
Exemple d'étude de région plastique. Action du mandrinage dans une tôle, par G. Wilkin . . .	386
Le Congrès international annuel des Centres d'Information de l'Acier, Londres, 20-23 juin 1934 . . .	392
Chronique . . .	398
Ouvrages récemment parus . . .	400
Documentation bibliographique . . .	401

## Projet d'un nouveau Palais des Expositions

présenté

par MM. E. Beaudouin et M. Lods, architectes, MM. Paindavoine, constructeurs, et M. D. Douniaux, ingénieur, avec la collaboration de M. Bodiensky, ingénieur, AU CONCOURS ORGANISÉ PAR L'OFFICE TECHNIQUE POUR L'UTILISATION DE L'ACIER

### Considérations générales sur le programme

La réalisation d'un record technique quand il frappe l'imagination par l'énormité de ses dimensions est un facteur moral d'une grande importance pour le prestige national.

Pendant 40 ans, la Tour Eiffel représente dans le monde entier la gloire de la technique française ; record indiscutable qui nous classait à la tête des grandes puissances créatrices.

Après l'exécution du Canal de Panama qui détrône le Canal de Suez, l'Empire

347

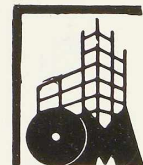






Fig. 390. Maquette du projet du nouveau Palais des Expositions.  
Projet des architectes Beaudouin et Lods.

State Building à son tour relègue la Tour Eiffel au second rang.

Il y aurait un avantage primordial à ramener en France un facteur d'intérêt aussi puissant à l'occasion d'une construction dont l'utilité est certaine.

La course à la plus grande hauteur serait maintenant sous le signe d'une vaine gloire sportive ; il est préférable de changer le domaine d'action et c'est pourquoi, dans le présent concours, se basant sur l'insuffisance du Grand Palais actuel, les recherches sont dirigées dans le sens de la plus grande surface couverte sans point d'appui.

Dans la conception du nouveau Grand Palais, on devra donc s'efforcer, en résolvant le problème d'une façon simple et économique d'obtenir une unité très hardie.

Provoquer chez le spectateur une impression dont le souvenir sera durable, le stupéfier par l'audacieuse clarté d'une solution, plutôt qu'éveiller en lui une sensation de grandeur par des effets de répétition.

### Conception architecturale

Le développement des moyens de locomotion permettant de rassembler très rapidement d'innombrables spectateurs, l'augmentation énorme des variétés d'attractions, ont déterminé un accroissement invraisemblable des exhibitions de tous ordres :

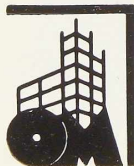
commerciales, industrielles, artistiques, sportives ou sentimentales.

Autrefois, cantonnées dans le cadre régional, ces manifestations ont atteint aujourd'hui un caractère mondial ; réservées jadis à une clientèle d'élite ou de spécialistes, elles intéressent maintenant la population tout entière. L'importance du programme est multipliée considérablement et sa conception doit être élargie.

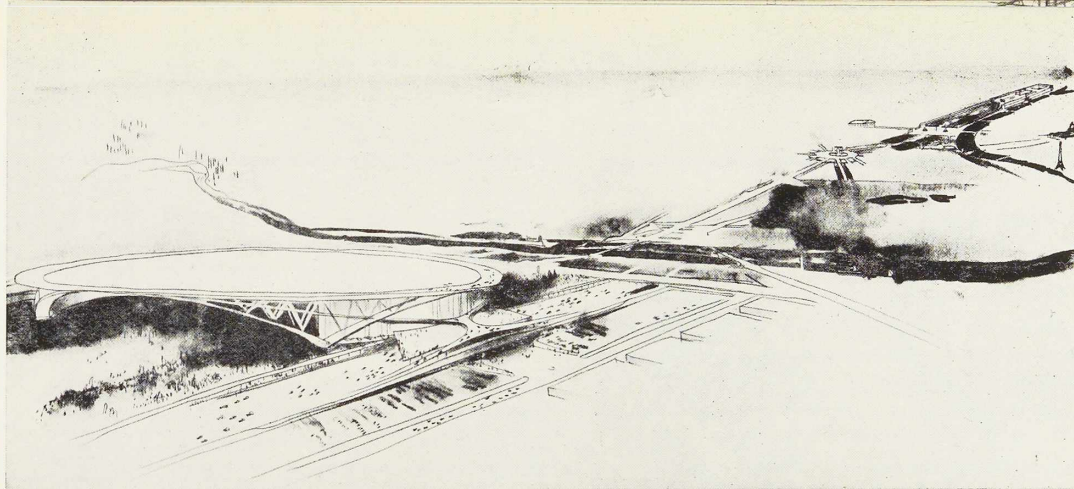
Il s'agit donc d'aménager un cadre capable d'abriter des manifestations grandioses pour la délectation des foules, aussi abstrait que possible afin de permettre les compositions les plus variées, les plus imprévues, sans jamais en déranger l'ordonnance et offrant le maximum de possibilité aux organisateurs.

Couvrir la place publique avec un minimum d'encombrement au sol sans jamais la limiter. Ce ne doit être sur une esplanade qu'un dais que l'on pourrait clore ou ouvrir à volonté, autorisant toutes les combinaisons de plans intérieurs ou extérieurs, indépendants ou homogènes, composant avec la foule et ses moyens de locomotion, mais laissant toujours la dominante d'intérêt aux manifestations temporaires qui sont la raison d'être de cette construction.

Ecarter toutes les solutions qui pourraient donner à l'ouvrage un caractère massif, pesant, afin de mettre en valeur l'Exposi-







**Fig. 391.** Dessin représentant l'emplacement choisi pour le nouveau Palais. Situé sur l'axe Louvre-Concorde-Etoile, à la place de la Défense, le nouveau Palais serait la base de départ d'une nouvelle tranche de cette épine monumentale de Paris, prolongée jusqu'à la Croix de Noailles, traitée au rythme des grandes vitesses, avec aéroports, avenues, parcs, etc., dotant la capitale d'un ensemble symbolique du XX<sup>e</sup> siècle.

tion et non la salle d'Exposition. En somme idéalement abriter cette immense exhibition sous un velum en voile transparent. Utiliser les qualités de l'acier pour donner à l'ensemble un caractère arachnéen le jour, immatériel la nuit.

Montrer que les possibilités techniques humaines, centuplées par les progrès de la science, permettent de s'affranchir presque complètement de la matière et d'exprimer, avec une liberté quasi totale, les aspirations philosophiques et sociales d'une pensée nationale.

La notion de liberté, qui est certainement le sentiment le plus cher au Français, implique une conception architecturale dégagée, ouverte au maximum. Le nouveau Palais ne doit pas avoir une ou plusieurs portes, mais au contraire être accessible dans la totalité de sa périphérie pour des raisons sentimentales d'abord, de sécurité ensuite. (Une superficie de 120.000 m<sup>2</sup> permet d'abriter pour certaines manifestations 200 à 300.000 personnes, il est nécessaire pour une évacuation rapide de réserver au moins 2.000 mètres linéaires de dégagement absolument libre, ainsi que les

règlements de police l'exigent très judicieusement.)

Ce dégagement total doit être non seulement réalisé pour le flot humain, mais surtout pour être exprimé dans le caractère de l'édifice, celui-ci doit être complètement ouvert sur ses deux faces, en toute largeur, sur toute sa hauteur au moins, permettant à une ordonnance déroulée le long de l'axe monumental de continuer ininterrompue, sous un ciel artificiel et aboutir sans obstacle sur les larges débouchés extérieurs.

Le Palais serait ainsi une sorte de gigantesque arc de triomphe extrêmement léger, formant cadre aux perspectives composées de part et d'autre de la crête, mais ne les bouchant jamais.

Naturellement, cette disposition doit être assez souple pour permettre de fermer à volonté rapidement et facilement le Palais avec des parements mobiles si l'ordonnance de certaines manifestations et l'état atmosphérique l'exigent.

Le caractère architectural d'une telle création doit être avant toute chose la sincérité de l'expression constructive.

La beauté qu'il faut essayer d'introduire dans toute œuvre repose sur le respect de la





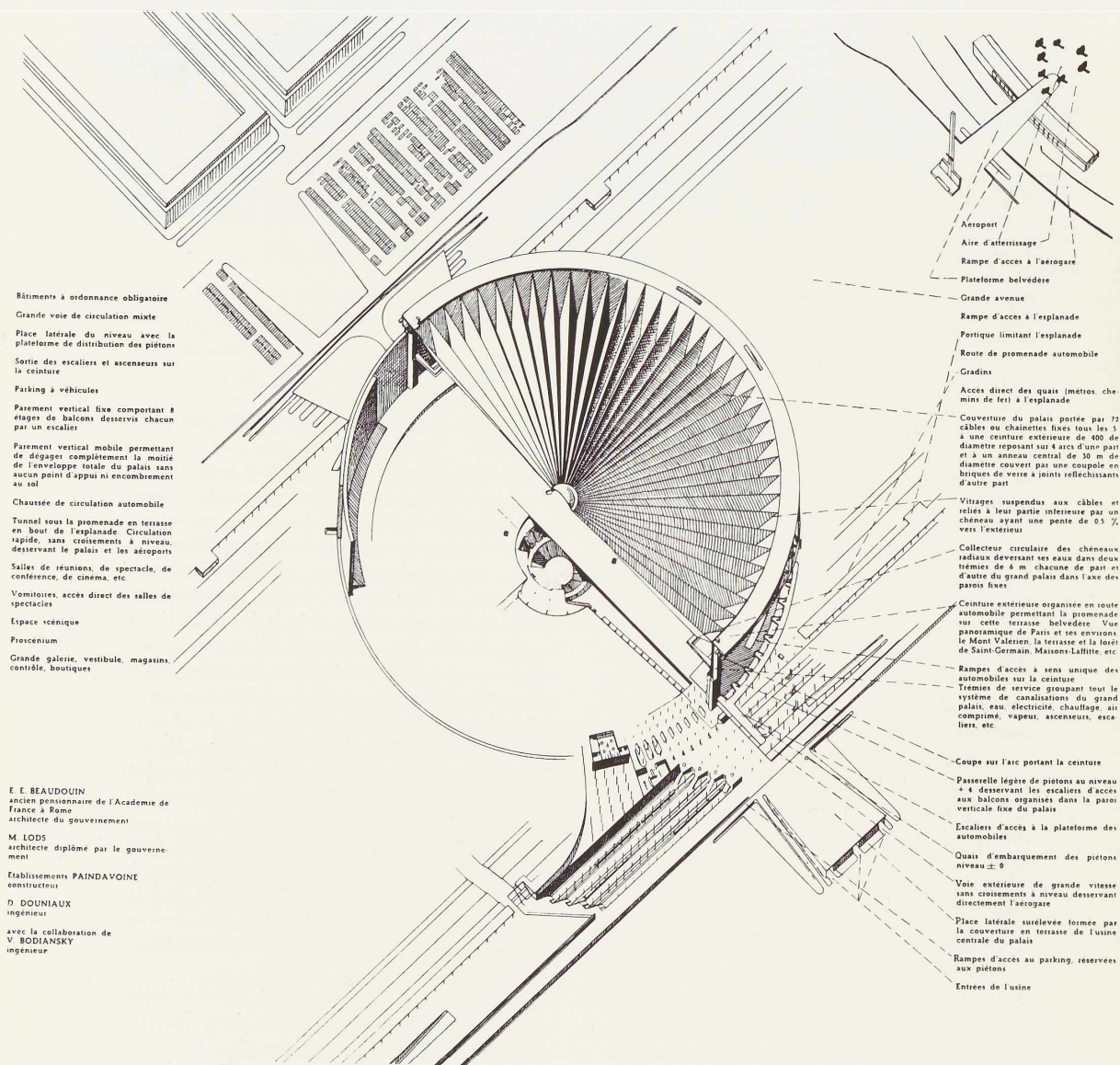


Fig. 392. Le nouveau Palais des Expositions. Coupe en perspective axonométrique.



---

vérité, aussi bien en ce qui concerne la façon d'envisager le problème (où apparaîtra la marque de la philosophie de l'heure) que le choix des solutions proposées, ce qui traduit l'état de la science à ce moment.

L'attitude du créateur en tant qu'unité pensante dans la Société, et sa qualité scientifique comme technicien seront donc les deux bases qui donneront son caractère à la composition.

La conception d'une telle œuvre est déterminée par ces deux facteurs sous la domination d'une ambiance sentimentale personnelle. C'est ce sentiment discriminant qui lui imprimera un caractère d'art par l'adoption de toute une politique de proportion qui se traduira en unité plastique perceptible au spectateur.

Pour obtenir une grande pureté d'expression de la conception technique, il faut réduire au strict minimum le nombre des matériaux qui interviennent dans la construction.

Ce Palais est un abri entièrement transparent, un simple vitrage dont l'armature portante est en acier. Il faut donc exclure autant que possible tout autre matériau.

Toute la beauté sera dans la légèreté, l'élégance de la structure d'acier, dont l'intérêt doit se suffire à lui-même.

Toute espèce de décoration, d'ornementation fixe doit être proscrite pour laisser aux manifestations temporaires le maximum de possibilités, y compris celle d'habiller cette carcasse, de l'animer de toutes les manières possibles, soit par revêtements légers (staf), des effets de tentures, des verdure, des lumières, etc...

Le vêtement de ce squelette doit varier suivant les besoins et épouser le goût de chaque moment. Il suffira d'ailleurs de quelques touches pour lui imprimer le ca-

---

chet fugitif d'une plastique dont la durée devient de plus en plus courte.

La rapidité avec laquelle on voit en quelques années une forme vieillir, conseille une très grande prudence quand il s'agit de modeler un revêtement dont l'utilité est assez discutable. C'est pourquoi le bâtiment est étudié pour vivre nu et permettre de l'habiller suivant les circonstances.

Telles sont les principales caractéristiques de la conception architecturale recherchée qui lui convient, c'est-à-dire légèreté, dégagement total, mobilité des clôtures verticales.

De plus, le volume choisi devra être simple pour obtenir le meilleur effet moral et frapper le spectateur par sa pureté, en même temps la surface couverte doit être la forme permettant le plus grand nombre de compositions intérieures pour la distribution des exhibitions variables et leur réservant le maximum d'homogénéité.

Pour satisfaire à toutes ces conditions, la forme parfaite du cercle s'impose. D'une part, la meilleure distribution d'exposition connue reste aujourd'hui encore celle de 1867, d'autre part, la pureté du volume qui couvre le cercle, le cylindre est celui qui procure l'impression plastique la plus forte (colisée, donjons, tambours de coupes, etc...).

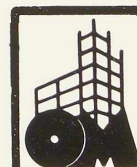
Enfin, le cercle étant le plus simple des lieux géométriques, doit également fournir des solutions constructives extrêmement élégantes, donc légères, par conséquent économiques (car dans les grandes dimensions ce n'est plus seulement la façon d'utiliser la matière, mais surtout le choix de la forme qui importe).

Le problème constructif est donc ainsi posé : couvrir un cercle.

### Principe constructif

C'est en somme une coupole renversée

351





Sortie du métro sur l'esplanade

Fondations des arcs 800 m

La salle totale contenant 6000 places est obtenue par la réunion de trois salles pouvant fonctionner isolément ou simultanément suivant les besoins

Salle principale 2700 places  
Salles secondaires 1500 places chacune  
Promenoir, vestiaires, toilettes, lavabos, etc.

Grand foyer, café, bar, terrasse

Espace scénique du théâtre total, aménagé en fond de scène avec terrasses et escaliers pouvant se diviser en scène tripartite, ou superposées simultanément ou non. Possibilité de mises en scène à grands spectacles tels que fêtes, festivals, manifestations de masses, passions, cirque, théâtre antique, etc.

Disposition permettant une infinité de combinaisons de mouvements scéniques, avec projections cinématographiques multiples sur les parois verticales, la coupole ou sur écrans de vapeur. Les services de scène, chambres de commande, magasins, ateliers de décors, loges d'artistes communes et isolées, directement accolées aux bureaux d'Administration et de Direction centralisés.

Les plateaux, par une disposition d'écluse mécanique, permettent des substitutions et changements de scène rapides.

Proscenium très développé, central, permettant facilement la fusion de l'acteur et du spectateur.

Osques

Escaliers d'accès aux foyers inférieurs

Escaliers des vomitoires, accès directs au grand hall du palais des expositions

Galerie d'accès aux caisses, guichets, vitrines et stands

Vestibule, ascenseurs desservant les balcons jusqu'à la ceinture supérieure des salles réservées aux piétons

Escaliers desservant l'étage des vestibules réservés aux piétons

Vomitoires d'accès du foyer intérieur dégageant sur une galerie de réparation

Escaliers et couloirs desservant les fauteuils des gradins - 15 places en ligne au maximum  
Evacuation rapide de la salle

Division des salles assurée par des rideaux mobiles insonores  
Chaque salle peut indifféremment être utilisée comme cinéma, salle de conférences ou théâtre.

Dans ce dernier cas, la centralisation des services de scène conserve les mêmes possibilités de jeux, les salles fonctionnant séparément ou réunies

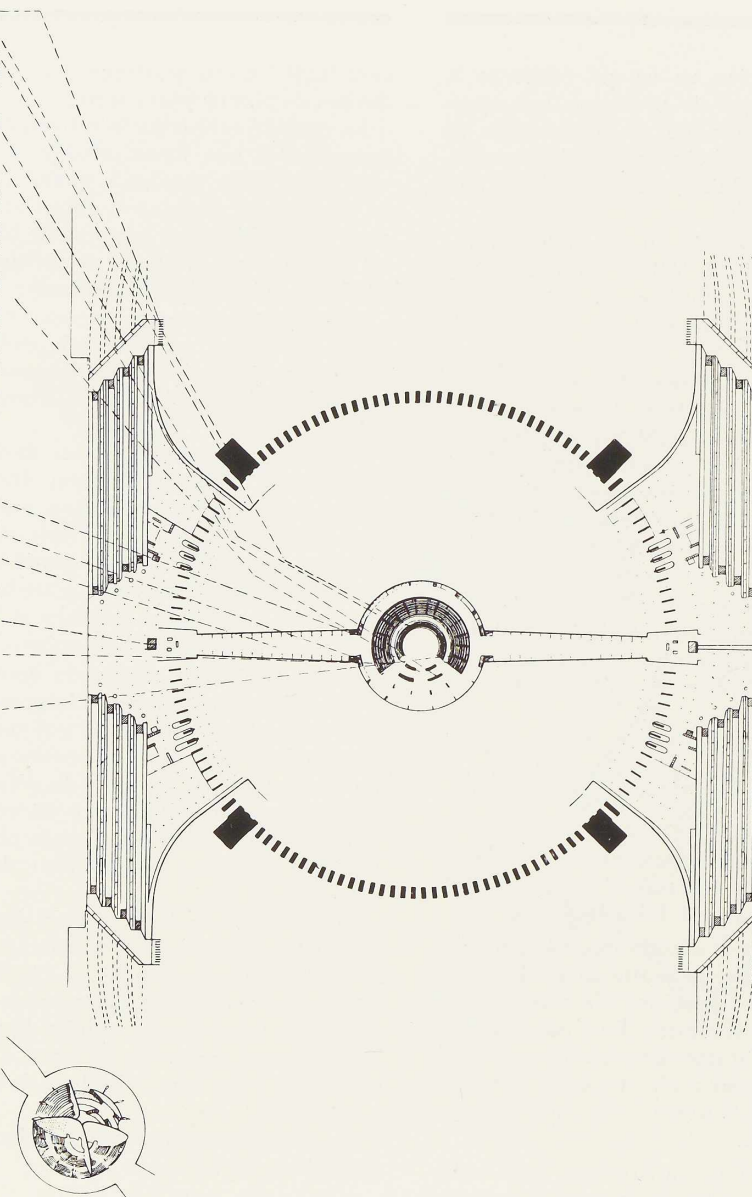
Mouvements et changements de scène rapides

Direction centrale

Acoustique - Absorption totale du son sur la coupole par revêtement isolé de plaques métalliques légères finement perforées (réalisation très satisfaisante à la coupole du Planetarium de Philadelphie)

Aménagement du mur de scène pour réflexion et amplification des ondes sonores par des cylindres en terre cuite, perforés de trous inégaux, à des emplacements variables, suivant les effets recherchés

Ventilation et chauffage - Air pulvé, conditionné, chauffé, humidifié et oxygéné en hiver, réfrigéré en été



Depart de la galerie collecteur des canalisations

Grand hall de l'usine centrale électrique

Pompes distribution eau de puits surpresse pour lavage vertières et réfrigération

Pompes refroidissement et graissage des moteurs

Moteurs Diesel 4800 CV avec leurs alternateurs 500 kW

Pompes à vide pour distribution aux stands

Tableau central, surveillance, commandes rotonde des cellules des disjoncteurs, alternateurs, transformateurs, organes distribution basse tension

Ponts roulants

Groupe ventilateurs Climatization des salles de spectacle

Puits (sable du Soissonnais) alimentation réservoirs supérieurs

Pompes distribution du combustible

Escaliers d'accès de l'usine

Tanks à mazout

Rampes d'accès des voitures au monorail de l'usine

Bâtiment des bureaux de l'Administration

Hall Vestibule d'entrée de tous les services généraux

Au niveau inférieur : chambre de filtrage de l'air de la station de climatisation pour les groupes des salles publiques

Batterie de transformateurs de 5 000 kW et 1 000 kW auxiliaire

Ateliers de réparations, d'entretien, etc.

La liberté absolue du sol indispensable dans le hall oblige de construire ces salles en sous-sol, ce qui ne présente aucun inconvénient puisque des salles de théâtre, de cinéma ou de conférences sont de toutes façons des volumes obscurs, étanches, éclairés artificiellement, ventilés et chauffés par l'air conditionné.

Le groupe des salles de réunions et spectacles publics forme un ensemble homogène

Son utilisation exige une distribution très centralisée, étant donné les parcours très grands dus à la superficie du palais la facilité des accès impose l'équidistance aussi constante que possible de chaque point de l'exposition ainsi que des centres de distribution circulatoire

Seul le centre du palais permet de placer ce groupe à une distance qui est toujours inférieure à 200 mètres d'un point quelconque de l'exposition ou des plateformes d'accès par métros ou autos

E. E. BAUDOIN  
Ancien pensionnaire de l'Académie de France à Rome - Architecte du gouvernement

M. LODS  
Architecte diplômé par le gouvernement

Etablissements PAINDAVOINE  
Constructeur

D. DOUNIAUX  
Ingénieur

Avec la collaboration de  
V. BODIANSKY  
Ingénieur

Fig. 393. Le nouveau Palais des Expositions. Plan au niveau -17.



dans laquelle la nappe comprimée est remplacée par une nappe tendue et la ceinture au lieu de recevoir une action centrifuge est sollicitée par des forces centripètes.

Mais l'équilibre dans un cas comme dans l'autre est parfait étant donné la forme circulaire des lieux d'application. L'indéformabilité absolue de la ceinture qui peut travailler en compression à un taux extrêmement élevé, permet d'y appliquer des efforts très considérables et, dès lors, la flèche de la nappe de suspension est très faible. La grande résistance des aciers spéciaux à la traction permet de supporter un vitrage léger, les efforts normaux des vents, d'eau pluviale et de neige, à l'aide de simples câbles d'environ 74.400 mm<sup>2</sup> de section fixés tous les 18 mètres sur la ceinture extérieure.

Au centre les câbles porteurs qui se resserrent progressivement sont fixés sur un anneau en acier à haute résistance formant oculus, servant lui-même de sommier à une coupole en briques de verre à joints réfléchissants.

Pour former avec cette structure portante une toiture satisfaisante, il faut protéger les câbles contre les intempéries, évacuer les eaux pluviales vers l'extérieur par des canaux ayant une pente naturelle et isoler par un vitrage l'intérieur de l'extérieur.

En suspendant entre deux câbles un cheneau ayant une légère pente vers l'extérieur, les suspentes inclinées elles-mêmes formant fermes pour recevoir les ferrures du vitrage, il suffit de couvrir le câble par un chaperon. Tous les cheneaux aboutissant à la périphérie à un collecteur qui vient déverser les eaux dans les deux gaines de descente raccordées sur un égoût spécial. Afin d'éviter la vue des pignons en façade, tout le système est tronqué par un cône dont les pénétrations suppriment le tympan vertical.

De cette façon le plafond intérieur est formé par une sorte d'éventail circulaire dont les arêtes inférieures sont presque horizontales. Leur pente très légère est imperceptible au spectateur s'il est situé sur le sol.

Par contre, il verra la face inférieure du câble pour lui permettre de comprendre aisément le système de couverture.

Il serait d'ailleurs très facile de pendre sur l'ensemble un faux plafond vitré parfaitement plat, mais il a semblé que ce serait un artifice et qu'il était préférable de lire la structure entière.

Cette solution de couverture pèsera, tout compris 20.000 tonnes, soit 160 kg au m<sup>2</sup>.

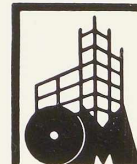
L'aménagement de la ceinture extérieure en route pour automobiles présente des avantages qui augmentent considérablement la qualité d'attraction, le caractère de record de l'œuvre. C'est un intérêt d'ordre moral indéniable.

La toiture ainsi conçue comme une nappe denticulée en éventail, pendue sur une ceinture de répartition parfaitement équilibrée, il faut porter cette ceinture à la hauteur convenable.

Celle-ci est déterminée par des raisons d'ordre esthétique car le volume d'air intérieur du hall ou les qualités isothermiques du plafond n'ont aucune espèce d'importance étant donné le système de chauffage adopté.

L'enveloppe du bail déterminée par les intrados des cheneaux est un cône dont la hauteur est de 3 mètres. Cette pente du plafond est établie non seulement pour permettre l'écoulement des eaux par simple gravité, mais surtout pour des raisons d'optique car, sur une grande surface, un plafond paraît toujours convexe et il est nécessaire de le prévoir concave afin de détruire cette illusion.

Pour des raisons analogues, mais inver-





Trémie de service groupant tout le système de canalisations du palais, eau, électricité, chauffage, air comprimé, vapeur, ascenseurs, escaliers, etc

Rampes d'accès à sens unique des automobiles sur la ceinture supérieure, pente maxima 14 %.

Couverture des grands vomitoires latéraux, accès direct du public des balcons et de la plateforme des automobiles.

Paroi verticale fixe du palais comportant 8 étages de balcons desservis chacun par un escalier distribuant 200 personnes.

Couverture de la passerelle légère de piétons du niveau + 4

Coupe sur les arcs supportant la couverture du palais

Paroi verticale mobile comportant 8 étages desservis chacun par un escalier, montée sur bogies se déplaçant sur des rails et guidée à sa partie supérieure permettant de dégager complètement la moitié de l'enveloppe totale du palais sans aucun point d'appui ni encombrement au sol, au niveau + 4 le balcon est plus large, la desserte totale est assurée par des escaliers basculants qui peuvent être éclipés par rabattement pour l'ouverture de la paroi lorsque la porte mobile est coulissée devant la partie fixe, les balcons situés à l'intérieur sont utilisés avec leurs escaliers respectifs jusqu'au niveau + 4 où ils sont évacués par communication directe avec les escaliers et la passerelle de la paroi fixe.

Trémies d'arrivée et de départ des rampes sur la ceinture

Face supérieure de la ceinture organisée en route automobile pour permettre la promenade sur cette terrasse belvédère - vue panoramique de Paris et ses environs, le mont Valérien, la terrasse et la forêt de Saint-Germain, Maisons-Laffitte, etc.

Projection du vitrage de toiture présentant 72 dentelures, l'intervalle entre deux câbles étant de 5

Le chaperon de faîtage couvrant les câbles forme chemin de visite, ainsi que les chéneaux où l'on peut accéder depuis la ceinture en suivant les noues

Ceinture d'accrochage des câbles pour l'équilibrage et la répartition des tractions.

Coupoles en briques de verre à joints réfléchissants montée sur l'anneau central de fixation des câbles

Abris des ascenseurs et escaliers d'accès pour piétons.

Rampes d'accès à sens unique des automobiles sur la ceinture supérieure

Marquise translucide abri de la plateforme d'accès des automobiles

Quais d'embarquement des piétons sur la plateforme des automobiles

Fig. 394. Le nouveau Palais des Expositions. Plan au niveau + 52.



---

ses, et surtout afin de permettre à tout spectateur une visibilité totale de l'ensemble des manifestations se déroulant à l'intérieur du hall, le sol est modelé en cuvette dont la flèche atteint 6 m. Compte tenu de ces deux flèches qui s'additionnent avec celles de la coupole translucide de l'oculus central, la hauteur totale du centre est de 44 m.

Partant de ce point et la flèche des câbles de suspension étant déterminée par le calcul, il s'agit de porter la grande ceinture circulaire à 51 m. au-dessus du sol naturel.

Plusieurs solutions sont possibles : un simple portique circulaire de colonnes verticales pourrait suffire, mais ne donnerait pas le dégagement, l'ouverture totale de l'édifice recherchée pour des raisons d'ordre esthétique exposées plus haut. Un minimum de points d'appui sur le sol est désirable et la liberté de l'axe exigeant un vide central, le plan peut être composé sur 4 bases.

Il serait possible de porter la ceinture formant poutre sur quatre points d'appui verticaux, mais cette solution conduirait à une hauteur de poutre circulaire considérable ; il en résulterait une impression de lourdeur désagréable.

Par contre on obtient une grande légèreté en lançant de ces points d'appui au sol quatre arcs elliptiques (déterminés par l'intersection du cylindre vertical engendré par la ceinture d'une part, avec des plans obliques et tangents à la ceinture d'autre part).

La clôture verticale conçue pour permettre l'ouverture complètement dégagée des deux façades Est et Ouest du Palais est composée de deux parois Nord et Sud fixes à l'intérieur de laquelle peuvent coulisser les rideaux verticaux mobiles qui viendront obturer à volonté les parties ouvertes.

Fixes ou mobiles, les parois verticales sont composées de grands châssis métalliques, entièrement vitrés.

---

Les pièces horizontales dont on a besoin pour raidir ces énormes bâtis sont organisées en balcons. De cette façon, le Palais peut être entièrement ceinturé par 8 étages de balcons continus assurant ainsi une excellente répartition des spectateurs pour les grandes manifestations populaires, sportives ou autres. L'enveloppe verticale du Palais serait ainsi couverte d'une véritable tapisserie humaine. L'effet décoratif de ce mur vivant serait d'une grandeur certaine et n'étant pas obtenu par des moyens architecturaux artificiels ne risquerait jamais de fatiguer ou de se démoder.

Le sol intérieur du Palais doit permettre toutes sortes de manifestations extrêmement variées, complètement imprévisibles pour beaucoup d'entre elles.

Le matériau de revêtement doit être assez souple pour s'adapter aux exigences les plus diverses.

Le caractère temporaire de toutes les compositions à abriter implique la mobilité des tracés circulatoires. Il est indispensable de pouvoir les transformer complètement et facilement. Le sol sera en terre damée.

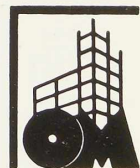
*Le terrain sera vierge* sans aucune espèce de construction enlevée, susceptible de gêner les aménagements temporaires.

Les voies à établir pour chaque manifestation seront sablées ou asphaltées suivant les cas.

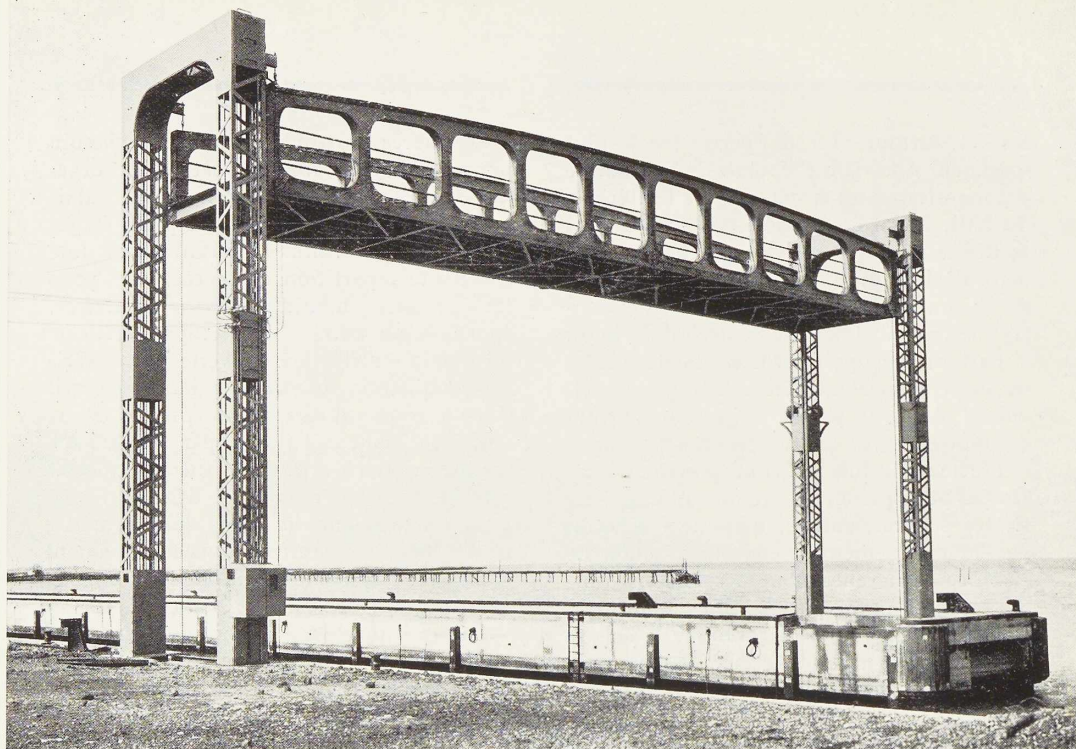
De cette façon, on réservera complètement la possibilité d'établir dans le hall, aux endroits choisis des terrassements, des fondations, cuvelages, etc., pour répondre aux besoins des occupants.

Les pentes du sol intérieur sont trop faibles pour créer des difficultés dans l'aménagement des stands.

Les avantages de visibilité parfaite de cette disposition (déjà réalisés à Leipzig) sont très intéressants et accusés par la surélévation des vomitoires formant balcons.







**Fig. 395.** Pont levant soudé au port de Kawasaki, près de Tokyo. Le pont levant, entièrement construit en soudure, est à poutre Vierendeel de 21 m de portée. La levée maxima est de 9 m 25. Les contre-poids sont logés à l'intérieur des piliers des tours. Le mécanisme de levage, à câble compensé, se trouve logé dans la culée de rive en dessous du niveau de la route.

## Les applications de la poutre Vierendeel au Japon

par **F. Takabeya,**

Docteur-Ingénieur,

professeur de Stabilité des Constructions à la Faculté technique  
de l'Université Impériale de Hokkaido, à Sapporo, Japon

Le calcul exact des poutres du type Vierendeel a été exposé pour la première fois au Japon par le professeur T. Yoshimachi, ancien directeur de la Faculté Technique de l'Université Impériale de Kyushu, dans le *Bulletin de l'Association des ingénieurs civils japonais*. Le professeur Yoshimachi utilisa en vue de la détermination des inconnues hyperstatiques une méthode analogue à celle que Baumstark exposa dans

la revue *Beton und Eisen* (tome VII, 1910) pour le calcul des ossatures de bâtiments à nœuds rigides.

A l'époque, la complexité du calcul semble avoir limité les applications de ce type de poutres <sup>(1)</sup>, quoiqu'on fût unanime à reconnaître les réelles qualités esthétiques

<sup>(1)</sup> Aujourd'hui plusieurs méthodes de calcul simplifiées ont permis de réduire considérablement la durée des calculs.

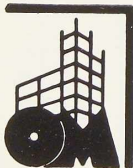






Fig. 396. Vue du pont de Kiyosu à Tokyo. Longueur totale 186 m 70. Hauteur des tours 20 m au-dessus du niveau des maçonneries des piles.

des poutres dépourvues de diagonales. Au Japon les applications principales du type Vierendeel semblent être réparties dans les deux domaines suivants : les portiques des ponts et les maîtresses-poutres de ponts.

Comme exemples de portiques de ponts à cadre rigide citons le pont de Kiyosu, à Tokyo et le pont de Ohta à Gifu-Ken.

### Les ponts à portiques Vierendeel

#### Le pont de Kiyosu

Ce pont, qui franchit la rivière Sumida, est un pont suspendu à deux chaînes dont les maillons sont formés de fers plats au lieu des barres à ceilllets habituelles ; c'est un ouvrage présentant plusieurs nouveautés de construction. Il fut achevé en mars 1928 et remplace un ancien pont-route au-dessus de la rivière Sumida.

La longueur totale du pont est de 186 m 70. Sa largeur utile est de 22 mètres. La travée centrale mesure 91 m 40 ; les deux travées latérales ont chacune 45 m 70 de longueur. Le coût total du pont atteignit £ 290.000. Le pont suspendu est du type à ancrage intérieur<sup>(1)</sup>. Une chaussée de

<sup>(1)</sup> Ce type, appelé *self anchored* par les Anglo-Saxons, a été décrit dans *L'Ossature Métallique*, n° 3, 1934, pp. 125-128 (N.D.L.R.).

16 m 60 de largeur est située entre les deux chaînes ; extérieurement à celles-ci sont établis les deux trottoirs.

Au milieu de la travée centrale, le tirant d'air est de 6 m 70 au-dessus du niveau des basses eaux. La travée centrale comporte 20 panneaux de 4 m 57 ; chaque travée de rive en comporte 10.

La flèche des chaînes dans la travée centrale atteint 12 m 80. Les portiques ont



Fig. 397. Vue d'enfilade du pont de Kiyosu sur le fleuve Sumida à Tokyo. C'est un pont suspendu, à chaînes de suspension, dont la travée principale mesure 91 m 40 et les travées latérales 45 m 70. Les portiques du pont sont du type Vierendeel.





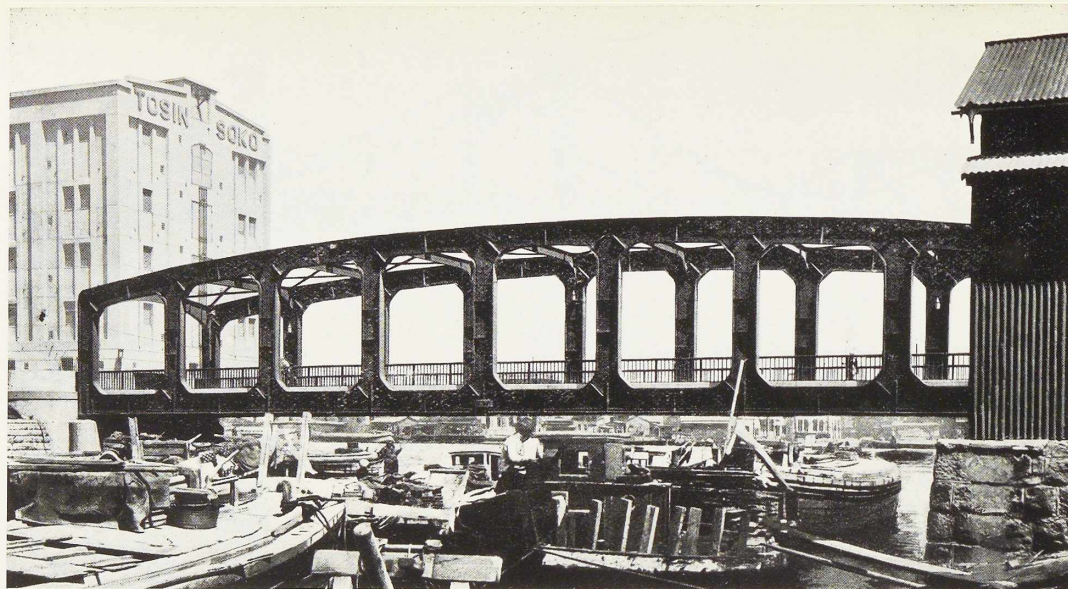


Fig. 398. Vue du pont de Toyoumi à Tokyo.

18 m 60 de hauteur, depuis l'axe des appuis jusqu'à celui des selles, soit 20 mètres depuis le niveau supérieur des maçonneries des piles.

Les tourillons des chaînes de suspension ont 30 cm 48 de diamètre, sauf à l'ancrage dans les poutres-caissons des travées latérales où ces tourillons ont 45 cm 72 et dans les deux panneaux d'extrémités où leur diamètre est de 35 cm 56.

Les portiques du pont sont du type Vierendeel à arc (voir fig. 397).

Le projet de ce pont suspendu remarquable a été effectué par le Professeur Yutaka Tanaka de l'Université Impériale de Tokyo, en qualité d'ingénieur en chef et par M. Seïichi Suzuki, ingénieur adjoint.

#### Le pont de Ohta

Le pont de Ohta sur le fleuve Kiso comporte trois travées à poutres Warren à membrure courbe et neuf travées à poutres à âme pleine ; il fut achevé en mars 1929. La longueur totale du pont est de 394 mètres environ et sa largeur utile 6 m 40.

#### Les ponts à poutres Vierendeel

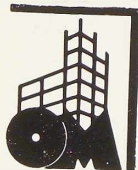
Deux ponts à poutres Vierendeel ont été construits au Japon ; ce sont le pont de Toyoumi sur le fleuve Nihon-Bashi à Tokyo et le pont levant du port de Kawasaki près de Tokyo. Ce dernier pont donne accès aux appontements de déchargement des charbons aux quais de la Compagnie du Chemin de Fer du Sud de la Mandchourie à Kawasaki.

#### Le pont de Toyoumi

La longueur totale du pont de Toyoumi est de 47 mètres, sa portée libre est de 45 mètres et sa largeur est de 8 mètres. Le projet de ce pont fut établi par le *Bureau de Reconstruction* à la suite des dégâts causés par le tremblement de terre à Tokyo et à Yokohama en 1923 ; sa construction fut achevée en février 1927. Le coût total atteignit £ 16.000.

#### Le pont levant du port de Kawasaki

Le pont levant du port de Kawasaki, près





de Tokyo, qui fut achevé en avril 1933, est à maîtresses-poutres du type Vierendeel et a été construit entièrement en soudure. Les quatre contre-poids sont placés à l'intérieur des piliers des tours de 12 mètres de hauteur.

La portée des poutres est de 21 mètres ; elles sont espacées de 3 m 66 d'axe en axe, laissant entre elles une chaussée de 3 m 30. La levée maxima de la travée est de 9 m 25. Les poutres ont 2 m 50 de hauteur au centre et 2 mètres à leurs extrémités. Le tonnage d'acier de cet ouvrage atteint 30 tonnes.

Les sections des membrures et des montants sont formées de trois fers plats assemblés constituant une poutre I. Les ailes sont soudées sur l'âme par des cordons de soudure discontinus ; dans le voisinage des nœuds les cordons de soudure sont continus. Il fut déposé 1.300 mètres de cordons de soudure pour la construction de ce pont. Toutes les soudures furent réalisées à l'atelier ; la travée levante et chacune des deux tours furent transportées toutes construites par bateaux, depuis l'atelier jusqu'au chantier.

Les plans d'ensemble du pont furent dressés dans les bureaux de la Compagnie du Chemin de Fer sous la direction de M. Kenkichi Koyanagi ; les plans de détails du pont et du mécanisme de levage furent dressés par M. Shinichi Komuro aux Ateliers de construction de ponts de Yokogawa. Le dispositif de levage, pour lequel un brevet a été pris par M. Taneyoshi Sakamoto, ingénieur gouvernemental des chemins de fer, est du type à câble compensé, qui permet de placer l'ensemble du mécanisme de levage à l'intérieur de la culée de rive, en dessous du niveau de la route. L'absence de mécanisme de levage sur la travée améliore l'aspect du pont et en abaisse le prix.

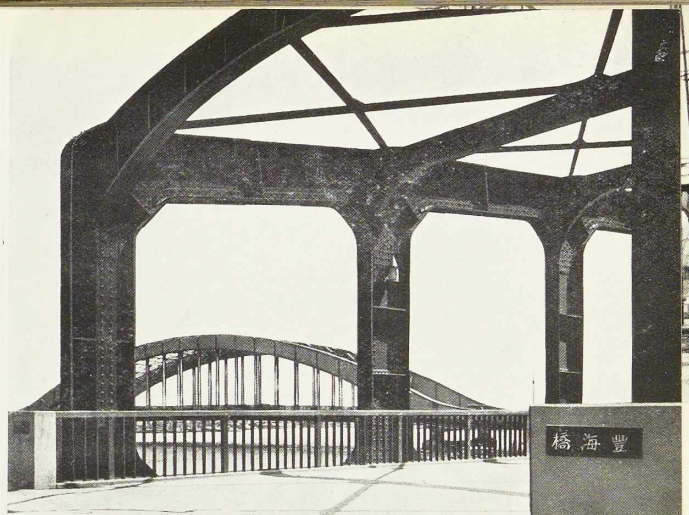


Fig. 399. Vue d'une extrémité du pont de Toyoumi à poutres Vierendeel, à Tokyo. Longueur : 45 m, largeur : 8 m.

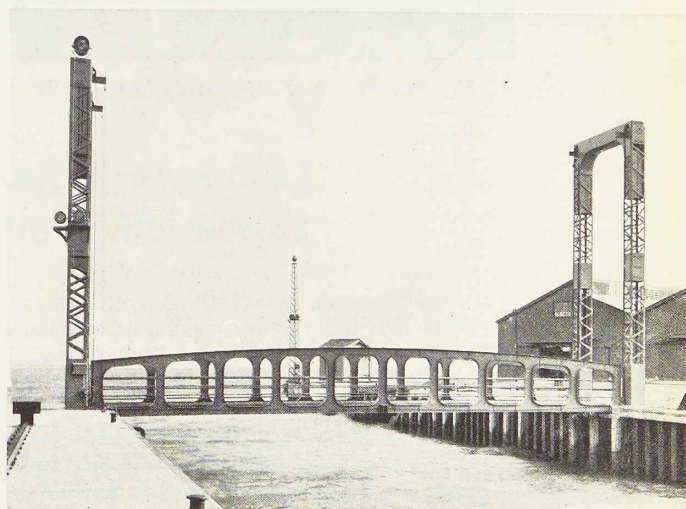
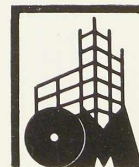


Fig. 400. Le pont levant de Kawasaki a été calculé pour une surcharge uniforme de 500 kg par mètre carré, plus 33 % pour l'impact, et une pression de vent de 150 kg/m<sup>2</sup>. Il a été tenu compte de l'influence des tremblements de terre. Il est construit en acier à 39-47 kg/mm<sup>2</sup> de résistance. La levée, commandée par un moteur de 7,5 HP., a lieu en 52 secondes.





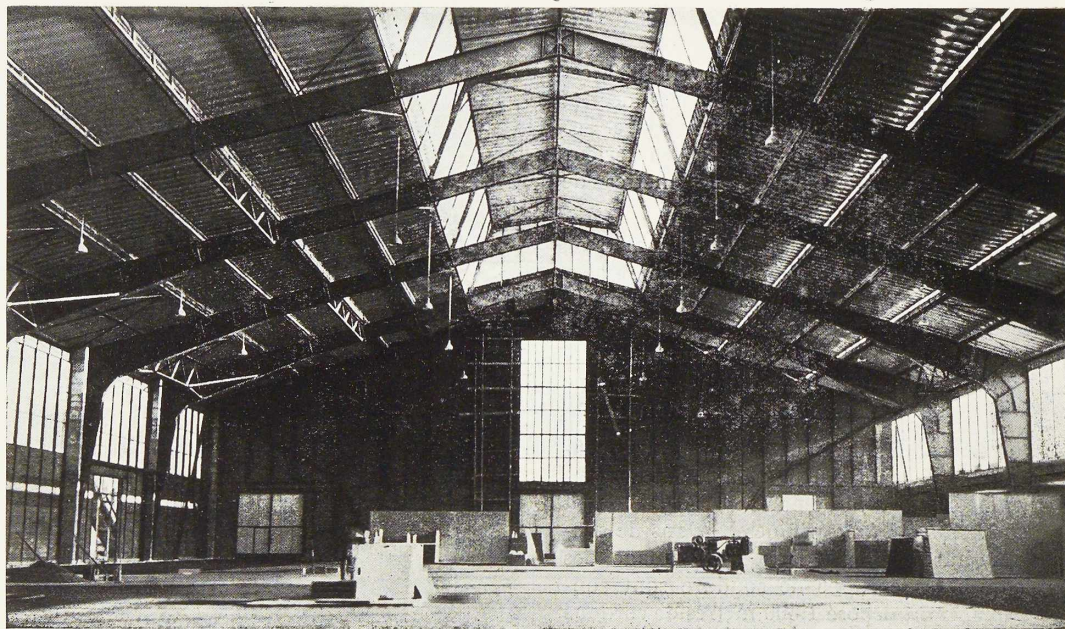


Fig. 401. Vue de l'intérieur de la nouvelle Halle VI de la Foire Suisse d'Echantillons de Bâle.

## La nouvelle halle VI de la Foire Suisse d'Echantillons de Bâle <sup>(1)</sup>

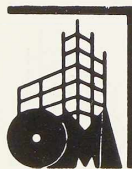
Le succès de la Foire d'échantillons de Bâle en 1934 fut tel que dès l'automne 1933 tous les emplacements dans les halles existantes avaient été loués. Cette situation amena la direction de la Foire à prendre la décision de construire une grande salle d'exposition dépourvue de supports intérieurs, qui pût servir également de salle de fête et de local pour réunions sportives.

C'est la firme Preiswerk et Esser, de Bâle, qui fut chargée de l'étude et des calculs de la charpente métallique ; la di-

rection des travaux fut confiée aux Services techniques de la Foire suisse d'échantillons.

Le terrain choisi se trouve situé derrière la halle V construite pendant l'hiver 1925-1926 et est bordé de rues de tous côtés. La nouvelle halle VI couvre une surface de  $53,4 \times 100$  m. Du côté du Riehenring a été prévu un bâtiment de faible hauteur abritant les bureaux, les lavatoires et les services d'incendie. Ces locaux pourront servir à loger la caisse et les vestiaires pour le cas où la halle servirait de salle de fêtes. La halle est pourvue de sous-sols sur une partie de sa surface ; on y a logé les cana-

<sup>(1)</sup> D'après *Schweizerische Bauzeitung*, 7 avril 1934, pp. 160 à 162.





lisations et conducteurs destinés à la distribution de l'eau, du gaz, de l'électricité et de la force motrice aux exposants.

La couverture de la halle est en feuilles de cuivre sur voligeage en bois. Tout le long du faîte se trouve un lanterneau à vitrage latéral. Les maçonneries extérieures sont formées de dalles en béton de bricailons de 14 cm d'épaisseur, rejointoyées et sans enduit. Dans les façades latérales se trouvent placées des fenêtres continues de 5 mètres de hauteur. Les façades frontales possèdent une grande fenêtre dans l'axe de la halle.

La toiture est supportée par des pannes formées de poutrelles I PN 26 à 32. Dans les travées extrêmes se trouvent placées les contreventements destinés à résister à l'effort du vent sur les façades frontales. Des joints à dilatation ont été prévus dans la couverture, les pannes et les murs latéraux. Les lanterneaux sont formés de fers PN 28

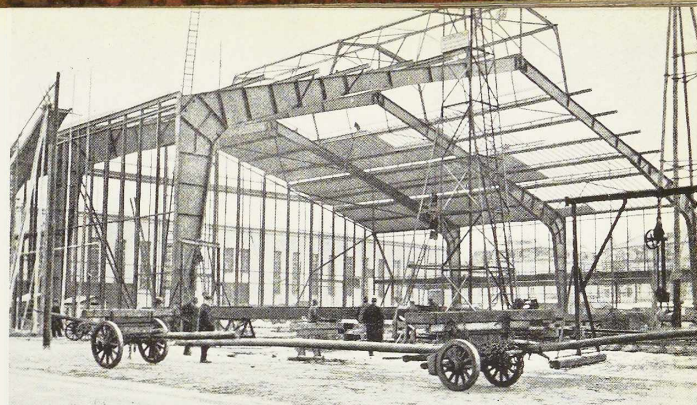


Fig. 402. Vue de la charpente en cours de montage.

soudés en arcs à 3 rotules. Les pannes sont de simples poutrelles I.

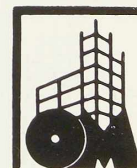
Les arcs principaux, au nombre de 6, sont à 3 rotules et construits en poutres à âme pleine. Ils ont 52,40 m de portée et 18,90 m de hauteur sous clef. Chaque demi-arc se compose de trois parties reliées par boulons au montage. La partie comprise entre l'articulation supérieure et le premier joint de montage est formée d'une poutrelle à larges ailes DIE 100. Les deux autres parties sont construites par soudure.

La hauteur de l'âme est proportionnée aux valeurs des moments. Les portions des membrures inférieures soumises à compression sont reliées entre elles par des poutres raidisseuses et prennent appui sur les pannes et sur les murs des façades latérales par l'intermédiaire de raidisseurs.

Les poutres raidisseuses sont des pannes en treillis situées dans les travées 2, 4 et 6.

Les murs des façades frontales renferment des poteaux en poutrelles I PN 36 à PN 42,5 qui transmettent les efforts du vent aux fondations. Les parois de 14 cm d'épaisseur sont situées à l'extérieur de la charpente portante. Les façades latérales renferment des poteaux en fers I PN 18 et des poutres en fers U et I PN 14.

Fig. 403. Tronçon d'arc à 3 rotules, pendant le transport au chantier.





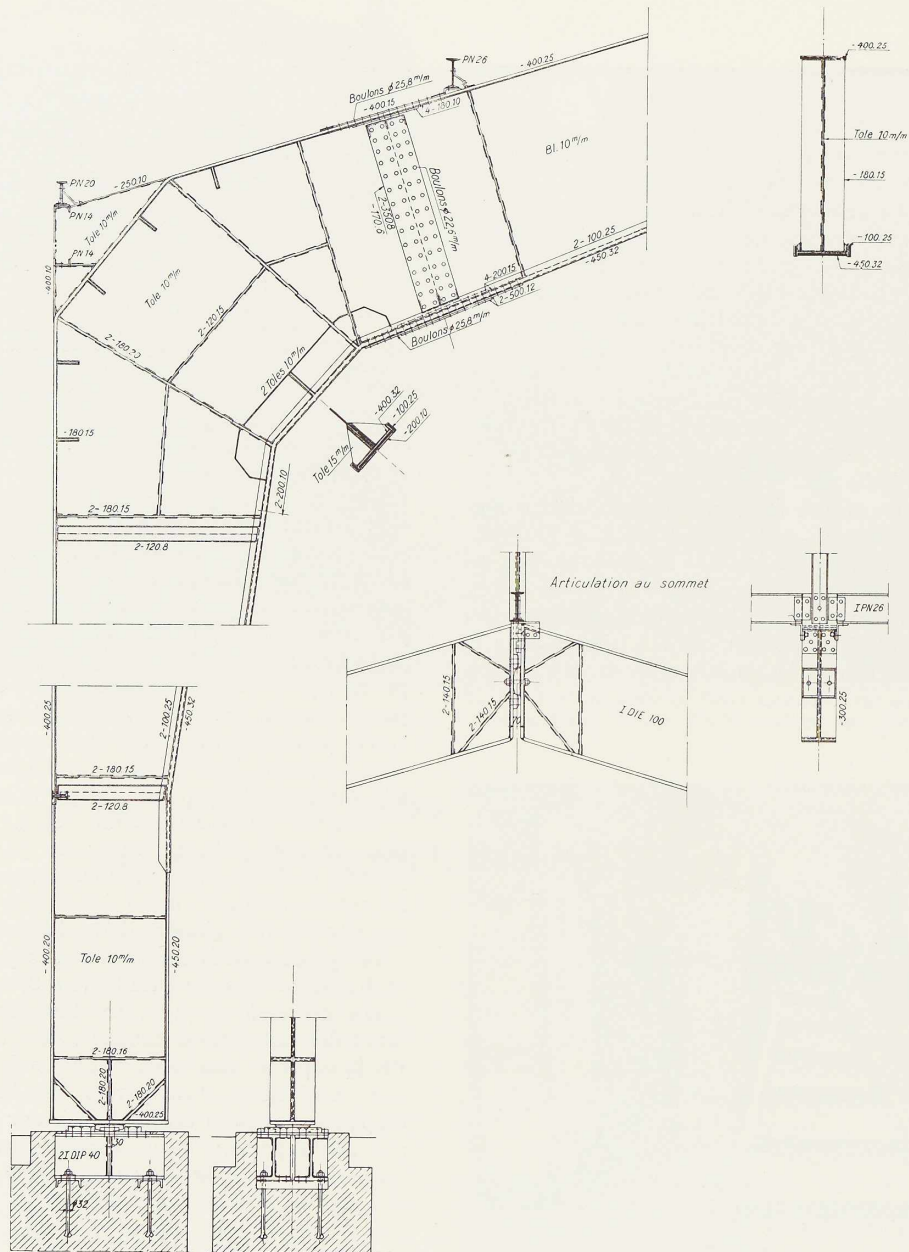
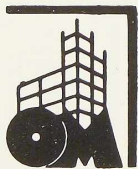


Fig. 404. Arc à 3 rotules de la Halle VI de la Foire d'Echantillons de Bâle. Détails de l'appui, des reins et de l'articulation du sommet.





La réaction verticale d'un arc sur le sol atteint au maximum 92 tonnes et la réaction horizontale 51 tonnes.

Les surcharges admises pour le calcul furent les suivantes :

Neige : 80 kg/m<sup>2</sup> ;

Vent : jusqu'à 10 mètres de hauteur : 75 kg/m<sup>2</sup> ; au delà de 10 mètres de hauteur : 125 kg/m<sup>2</sup>.

Il fut fait usage d'acier St 37. Les taux de travail furent admis conformément aux *Prescriptions suisses pour les Constructions en Acier* (édit. 1932).

Le poids total de la construction métallique atteignit 470 tonnes, soit 76 kg/m<sup>2</sup> de surface bâtie. Le travail de construction à l'atelier dura, montage compris, 2 1/2 mois ; le montage proprement dit dura 7 semaines. Le coût de la halle atteignit 3.850.000 francs belges, soit 630 fr/m<sup>2</sup> de surface bâtie.

Les études préliminaires ont permis d'établir qu'un arc à âme pleine de mêmes

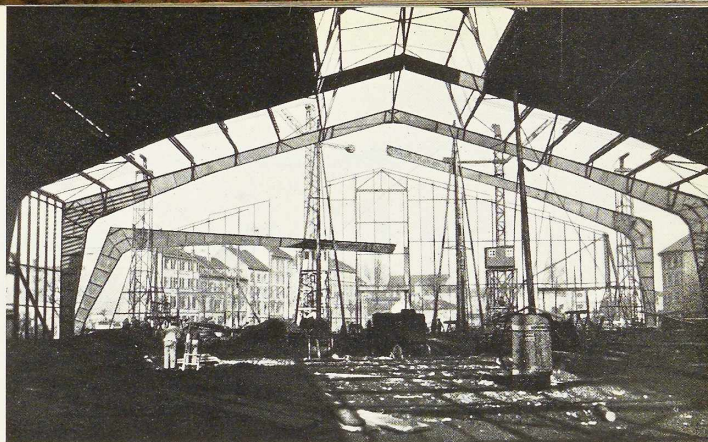


Fig. 405. Montage d'un arc à 3 rotules. Le demi-arc de droite est mis en place. Le demi-arc de gauche est soulevé à l'aide d'engins de levage.

dimensions construit en rivure aurait eu un poids supérieur de 14 % à celui de l'arc en soudure adopté et aurait coûté 23 % de plus. Un arc en treillis en construction rivée eût été de 32 % plus léger et de 10 % moins cher. Malgré le supplément de prix, faible d'ailleurs si on le rapporte au coût total de la construction, la direction de la Foire adopta les arcs à trois rotules à paroi pleine pour leur meilleure esthétique.

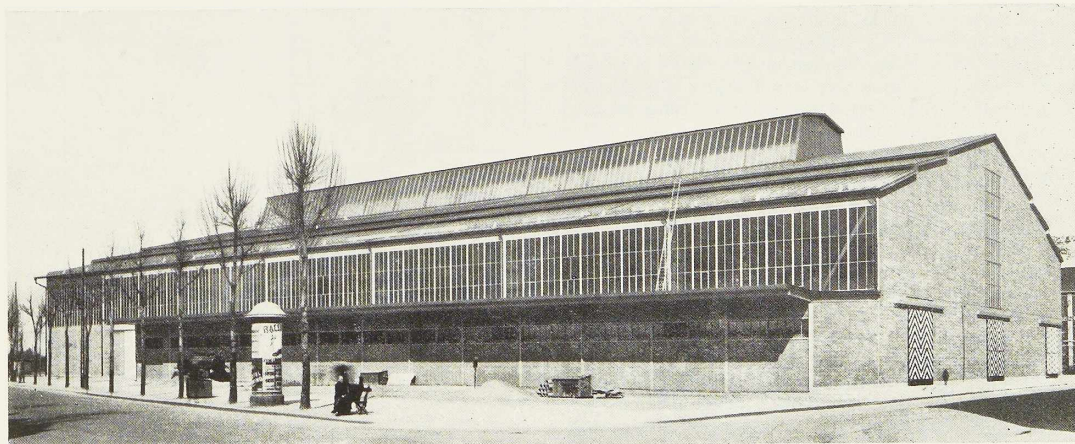
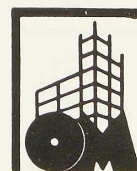


Fig. 406. La nouvelle Halle VI, achevée, vue du dehors.





## Le pylône d'émissions radiophoniques de Budapest, le plus élevé du monde <sup>(1)</sup>

La firme anglaise *Milliken Brothers Limited* a achevé à Budapest, le 4 novembre 1933, le montage du plus haut pylône du monde. Ce pylône, destiné à la station d'émissions radiophoniques, a une hauteur de 313 m 90 et sa section maxima à mi-hauteur n'a que 14 m 90 de côté. Les travaux de fondation furent entamés fin avril 1933 ; le montage de la charpente, d'un poids de 250 tonnes, fut commencé au début de juillet et dura 4 mois. Ce délai est particulièrement court si l'on considère la hauteur inusitée de l'ouvrage et les difficultés inhérentes au montage d'un pylône entièrement haubanné et n'ayant aucune stabilité propre.

### Fondations

Les fondations comportent une semelle centrale supportant le pylône et huit massifs d'ancrage des haubans.

La semelle centrale supporte, par l'intermédiaire d'une plaque d'assise de 50 mm, la charge de 480 tonnes qui provient du poids propre du pylône (230 tonnes) et des réactions dues aux haubans (32 tonnes par hauban).

L'isolateur de la fondation se compose d'un socle en acier coulé fixé par 4 boulons au massif de fondation, d'un élément en porcelaine et d'un chapeau métallique sur lequel repose l'isolateur du pylône (fig. 409). Ce dernier est composé de façon identique. Les éléments en acier coulé (socles et chapeaux) sont en acier au molybdène et ont été galvanisés à chaud.

### Montage du pylône

Le premier tronçon du pylône d'une hauteur de 11 mètres a été expédié tout monté de l'atelier. Il a été fixé par 4 boulons au socle supérieur de l'isolateur. On a maintenu ce tronçon au moyen de 8 haubans provisoires ancrés à 53 mètres de l'axe du pylône. A 120 mètres de cet axe, deux théodolites vérifiaient l'alignement pendant le montage et veillaient à limiter à 20' maximum

l'inclinaison que pourrait prendre le pylône. Cette faible tolérance était imposée par la résistance des éléments en porcelaine de l'isolateur, inaptes à supporter des efforts inclinés.

Les tronçons suivants furent montés au moyen d'un mât de montage suspendu aux quatre montants à l'intérieur du pylône. Le treuil était placé au sol. Dès qu'on eut atteint par ce moyen une section de largeur suffisante de la charpente du pylône, on remplaça le mât de montage par une grue électrique pesant 5 tonnes. Cette grue était suspendue aux quatre montants du pylône par par des câbles enroulés sur des treuils (fig. 407).

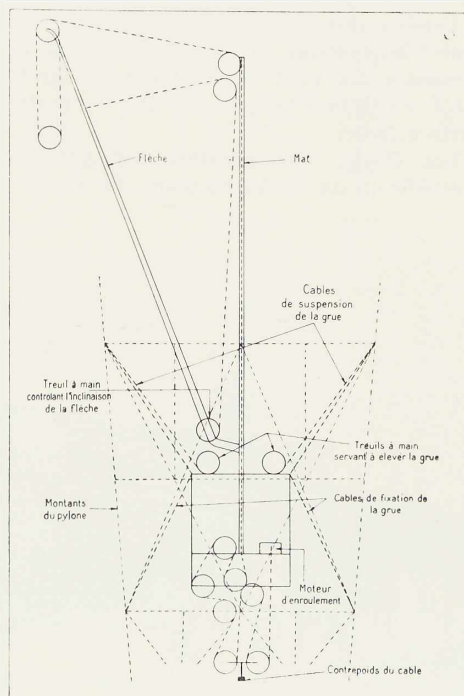
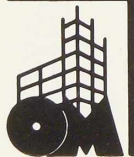


Fig. 407. Schéma de la grue de montage électrique.



(1) D'après l'étude de F. E. SHARP dans *The Engineer*, 9 mars 1934. C'est à l'obligeance de cette Revue que nous devons également les photographies qui illustrent notre article.



Chaque fois qu'un nouveau tronçon du pylône était achevé la grue était raccrochée au niveau supérieur atteint par les quatre montants et élevée par les quatre treuils placés sur sa plate-forme supérieure.

Le mécanicien était relié par téléphone avec le personnel travaillant au sol et restait en contact permanent avec lui.

Le montage a été exécuté au moyen de cette grue aussi longtemps que la largeur du pylône a permis d'élever la grue à l'intérieur de celui-ci. Pour le sommet du pylône on a employé à nouveau le mât de montage en se servant cependant du treuil de la grue maintenue en place.

Pour chaque tronçon les quatre montants du pylône ont d'abord été amenés en place et fixés par leur extrémité inférieure. Ensuite on a hissé les diagonales et les éléments horizontaux déjà assemblés, et on a complété successivement chaque face du tronçon.

Pour maintenir en place le pylône durant son montage, on a eu recours à 16 haubans provisoires, travaillant par groupes de 8. Chaque groupe a été successivement fixé à la partie supérieure de chaque nouveau tronçon achevé, au fur et à mesure de la progression du montage. On a atteint la section médiane après 6 semaines de travail et on y a aussitôt fixé les 8 haubans définitifs. A partir de ce moment le pylône se tenait par lui-même et il a été inutile d'employer d'autres haubans provisoires.

#### Haubans

Chaque hauban est composé de 3 tronçons de 61 mètres et d'un tronçon de 32 mètres. Ces différents tronçons sont reliés l'un à l'autre par des isolateurs. Deux isolateurs sont placés en haut des haubans et servent à la fixation du hauban au pylône, trois autres réunissent les 4 tronçons du câble.

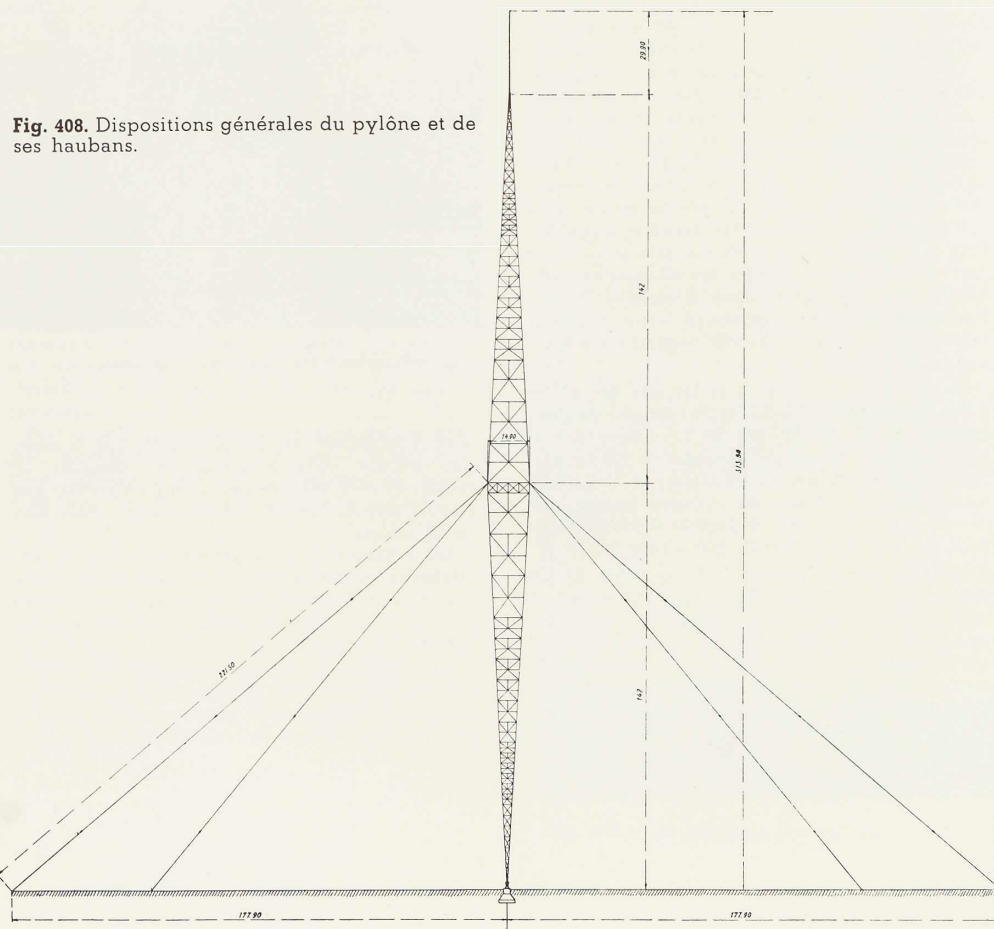


Fig. 408. Dispositions générales du pylône et de ses haubans.



On a calculé qu'un câble peut avoir à supporter dans les cas les plus défavorables un effort de 70 tonnes dans sa partie supérieure. En conséquence le cahier des charges prescrivait une section du câble minima de  $15,16 \text{ mm}^2$  ; la tension à la limite élastique devait être supérieure aux  $2/3$  de la tension de rupture. Les haubans utilisés ont une charge de rupture de 332 tonnes, leur poids est de 12,88 kg par mètre. Ils ont été soumis à un effort de 150 tonnes en usine et leur module d'élasticité fut trouvé de  $14.000 \text{ kg par mm}^2$  pour des tensions allant de 14 à 70 kg par  $\text{mm}^2$ .

Chaque hauban est formé de 7 torons ; ceux-ci se composent de 19 fils d'acier galvanisés à chaud de 3,81 mm de diamètre. L'acier a une tension de rupture de 170 kg par  $\text{mm}^2$  et une tension correspondant à la limite élastique de 110 kg. par  $\text{mm}^2$ . L'allongement, mesuré à l'éprouvette de 20 cm, est de 4 à 6 %. Les fils ont été soumis à des essais de pliage sur un rayon de 10 mm. La couche protectrice de galvanisation pèse plus de 200 grammes par mètre carré de surface protégée.

Les câbles ont été fabriqués par tronçons de 430 mètres sectionnés ultérieurement en 6 tronçons de 61 mètres et 2 tronçons de 32 mètres. La longueur des câbles a été mesurée avec la plus grande précision, on a tenu compte notamment de l'allongement produit par la mise sous tension, et de la flèche due au poids des isolateurs et au poids propre du câble. Cette dernière considération a nécessité à elle seule un allongement du câble de 18 cm. Par contre les allongements du câble créés par les tensions atteignent 28 cm. Finalement le câble a été coupé à une longueur inférieure de 10,8 cm à celle séparant ses deux points d'ancrage.

Un dispositif de mise sous tension des câbles a été spécialement étudié. Il se compose de deux massifs en béton distants de 70 mètres prévus pour résister à un effort horizontal de 170 tonnes. La longueur utile est de 62 mètres et l'effort de tension est fourni par un cylindre hydraulique dans lequel une pompe actionnée électriquement peut créer des pressions de 200 atmosphères.

Chaque câble a été soumis à un effort de 150 tonnes. Après cet essai le câble a été soumis à une traction de 32 tonnes ; cet effort étant celui sous lequel il travaillera normalement. On a coulé sur le câble ainsi tendu, à environ 5 mètres de distance, deux gaines en métal ductile, et on y a fait deux marques distantes exactement de 5 mètres au moyen d'une règle étalonnée avec précisi-

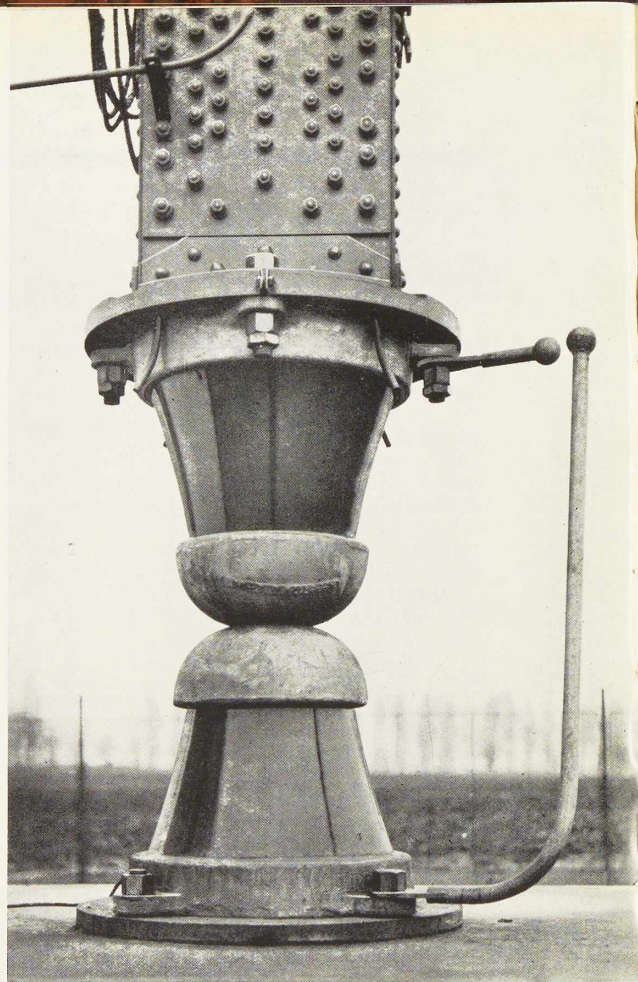
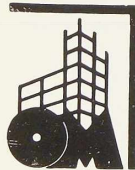


Fig. 409. Détail de l'isolateur de base.

sion et fabriquée avec le même acier que le câble. En vérifiant cette longueur sur chantier, au moyen de cette même règle, on a pu s'assurer que l'effort auquel était soumis le hauban était bien de 32 tonnes.

Les isolateurs ont été prévus pour que la porcelaine travaille uniquement en compression. Chacun d'eux a été soumis à un effort de 170 tonnes et l'un d'eux a même résisté à 250 tonnes sans présenter aucune fissure.

Sur chantier la mise en tension a été réalisée par de longs boulons à œillet fixés au culot du câble. Les câbles ont été progressivement amenés en place au moyen de tendeurs à vis. On a





d'abord tendu quatre haubans de façon à maintenir le pylône vertical, les quatre autres haubans ont été tendus ensuite.

### Parachèvement

Dans les derniers jours d'octobre 1933 il ne restait plus à mettre en place que le mât qui surmonte le pylône. Ce mât de 36 mètres de hauteur pèse deux tonnes. Il a été construit en deux pièces de façon à pouvoir le hisser à l'intérieur du pylône. Les deux parties ont été hissées séparément et assemblées à une hauteur d'environ 300 mètres. Le mât sort de 30 mètres de l'extrémité du pylône, les 6 derniers mètres servant à la fixation.

Un dispositif spécial formé de deux socles carrés fixés à la hampe et coulissant le long de quatre guides formés de cornières permet de faire plus ou moins sortir la hampe. On peut ainsi fixer la hampe à une hauteur intermédiaire déterminée. Le but de ce dispositif est de modifier la hauteur totale du pylône pour l'adapter exactement à la longueur d'émission de la station.

*Au point de vue radioélectrique*, le pylône de Budapest est un pylône rayonnant, et la charpente métallique entière constitue une antenne quadrifilaire.

Quatre fils de cuivre sont attachés de place en place aux cornières d'angle de la charpente : ils sont fixés à leur extrémité inférieure à une bande circulaire en cuivre située à un mètre au-dessus de l'isolateur de base. Cette bande est reliée à la station d'émission. En haut les quatre câbles sont connectés au mât mobile au moyen d'une fixation circulaire en aluminium. Les essais d'émission ont commencé le 4 novembre 1933 et ont prouvé l'excellent rendement de ce genre de pylône rayonnant.

Une échelle intérieure permet d'accéder au sommet, ascension qui dure en moyenne 50 minutes. Pour signaler le pylône aux aviateurs, sa moitié supérieure est éclairée par trois feux rouges.

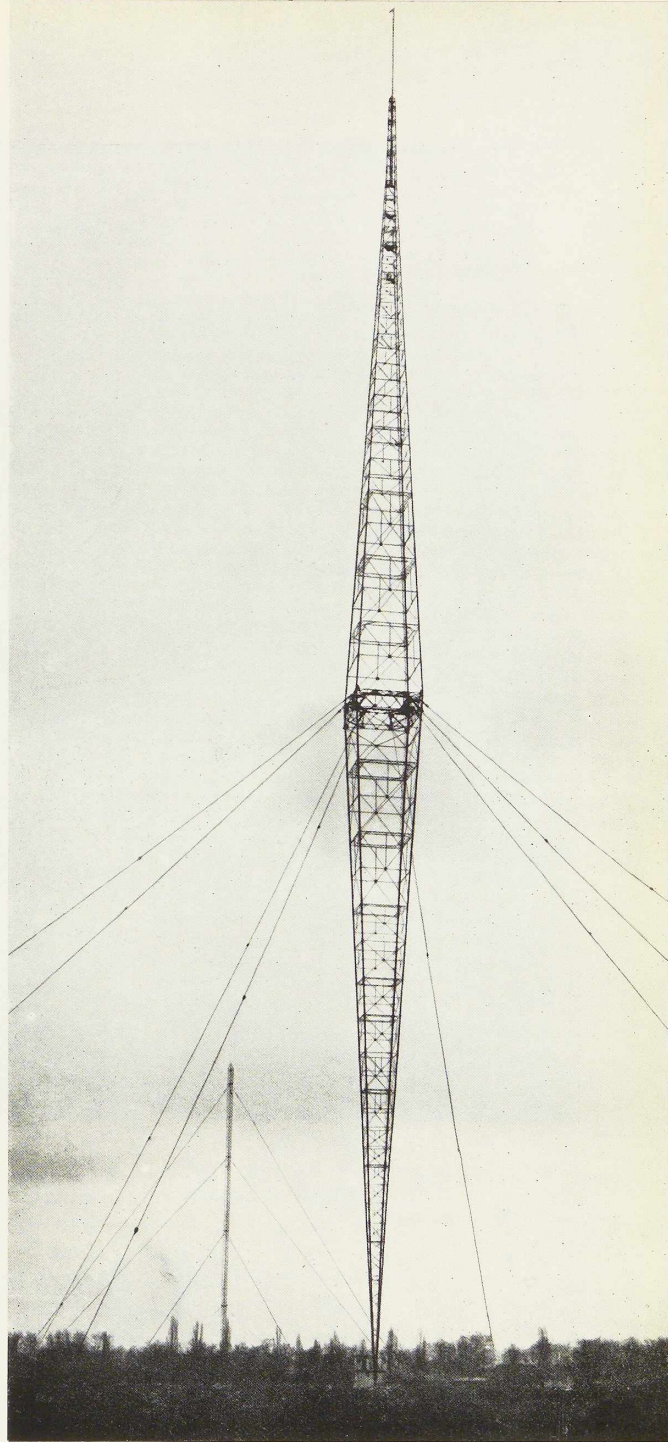


Fig. 410. Vue générale du pylône.



## Vitrines et Magasins



**Fig. 411.** Papeterie à Bâle. (Arch. Bräuning.)  
La maison a 12 mètres de largeur. La portée est franchie par une poutrelle P. N. 50. Les deux vitrines sont en saillie. Leurs châssis sont entièrement métalliques. Derrière la porte d'entrée se trouve une grille en treillis à déroulement horizontal. (Cliché extrait de « Ladenbau » par Adolf Schumacher et communiqué par la Maison d'édition Julius Hoffman de Stuttgart.)

**Fig. 412.** Plan des vitrines et croquis de détails de la menuiserie métallique.

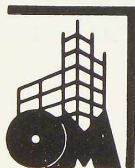
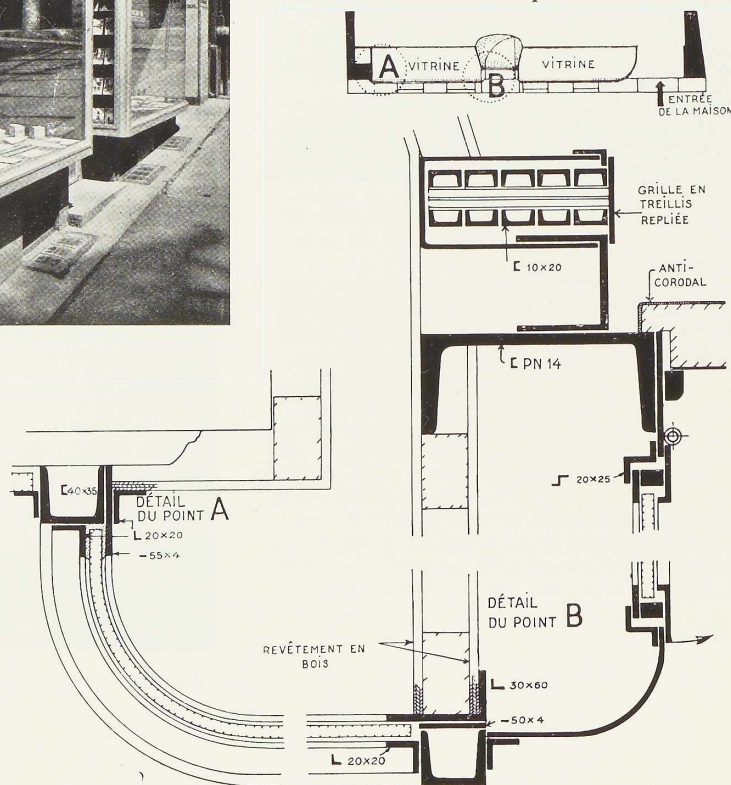






Fig. 413. (Cliché « Ladenbau »)



Fig. 414.

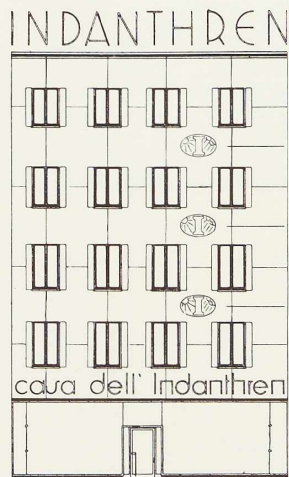


Fig. 415.

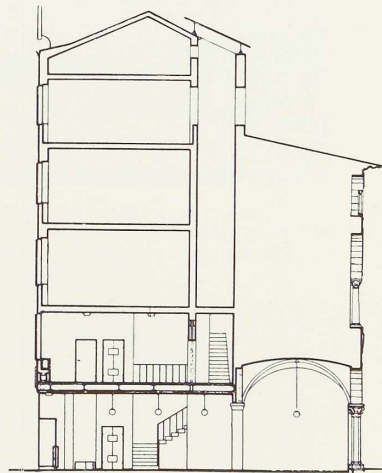


Fig. 416.

Fig. 413 à 416. La maison de l'Indanthren à Milan. Arch. A. Meyer-Gasters. L'aménagement de cet immeuble a été délicat à cause de la disposition du mur intérieur qui créait un couloir de 3,50 m de hauteur. On remarque la vitrine sans arrière-cloison et de près de 13 mètres de largeur, qui n'établit aucune séparation entre le magasin et la rue. La figure 414 montre l'ancienne façade, la figure 415 la façade après transformations, la figure 416 indique la disposition de l'ossature en poutrelles d'acier.



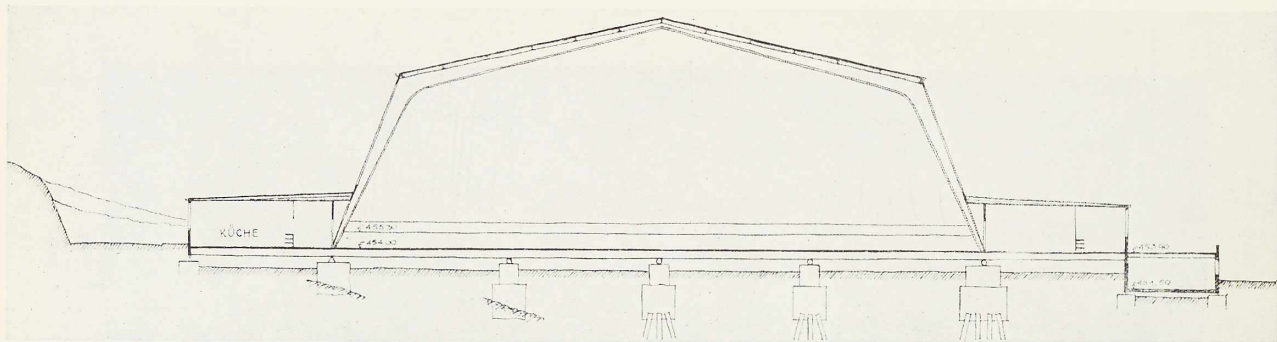


Fig. 417. Concours pour un Palais des Expositions et des Fêtes sur l'Allmend à Lucerne.  
1<sup>er</sup> prix. Projet de O. Dreyer, architecte et K. Kihm, ingénieur, à Lucerne.

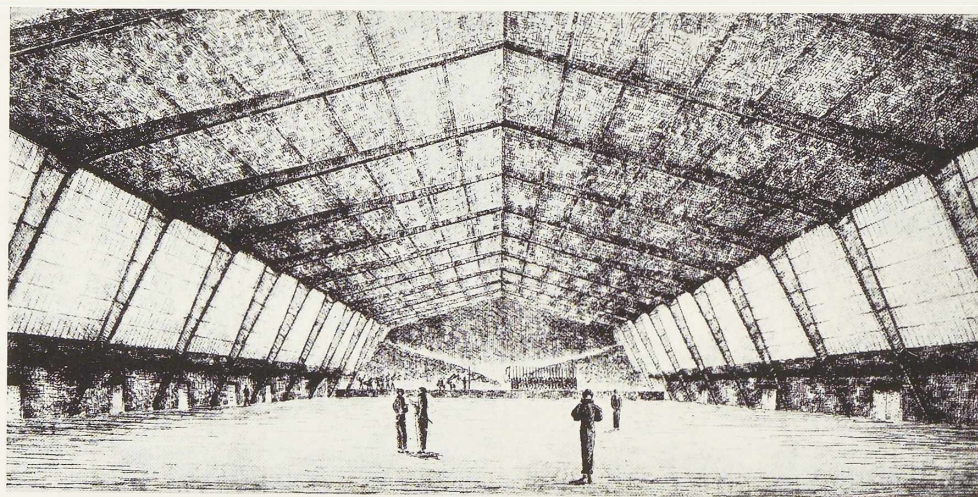


Fig. 418. 1<sup>er</sup> Prix. Projet de Dreyer et Kihm. L'intérieur de la salle vu de la scène.

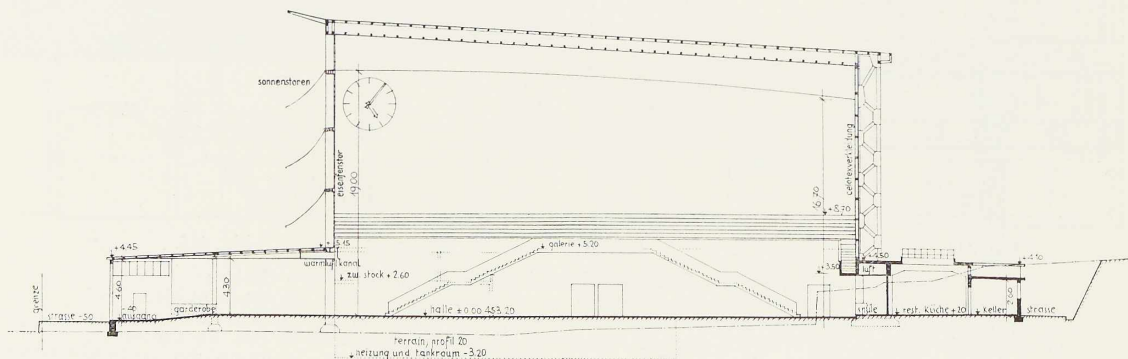


Fig. 419. 2<sup>o</sup> prix. Projet de A. Mäili, architecte, en collaboration  
avec le Bureau d'Etudes H. Siegwart et C<sup>ie</sup>, Lucerne.



## Concours pour un Palais des Expositions et des Fêtes sur l'Allmend à Lucerne <sup>(1)</sup>

Un concours pour un Palais des Expositions et des Fêtes à construire sur l'Allmend à Lucerne, avait été organisé au début de l'année 1932. Ce concours était ouvert aux architectes établis à Lucerne, lesquels pouvaient se faire assister d'un ingénieur de nationalité suisse.

Le Palais devait présenter au sol une surface utile de 4.800 m<sup>2</sup> permettant de disposer des sièges pour un minimum de 7.000 personnes. La salle devait comporter une scène de 20 mètres de profondeur s'étendant sur toute sa largeur.

Le jury chargé de l'attribution des prix était composé de MM. O. Businger, Otto Salvisberg, O. Bolliger, Türlér, H. Hofmann et Kurzmeyer. Il s'est réuni le 9 février 1934 afin d'examiner les 30 projets qui furent présentés. Parmi ceux-ci 16 projets prévoyaient une construction métallique, 9 une construction en bois et 5 une construction en béton armé. Huit d'entre eux ont été retenus.

Voici en quels termes conclut le rapport du jury :

« Le fait que 5 projets en béton armé seulement furent présentés à côté de 25 projets

en bois ou en acier, montre que l'emploi du béton armé pour la construction d'une halle présentant les dimensions requises à ériger sur un terrain nécessitant des fondations importantes, présente de grandes difficultés, quoiqu'à Lucerne il soit très aisé de se procurer tous les matériaux nécessaires à la fabrication du béton armé : gravier, sable, ciment, armature et bois pour coffrages. Trois projets sur les cinq en béton armé prévoyaient des arcs dont la hauteur à la clef atteignait jusqu'à 41,15 m et de section égale à 3,0 x 0,80 m. Il va de soi que de telles constructions, possédant un volume bâti de 220.000 m<sup>3</sup> deviendraient trop coûteuses.

» Aucun des cinq projets en béton armé ne fut retenu. Ce mode de construction convient par contre très bien pour la construction du sol de la halle et celle des bâtiments annexes. Le bois et l'acier étaient tout désignés, par suite de leur faible poids et leurs plus grandes possibilités d'adaptation, aux différents systèmes de construction. »

<sup>(1)</sup> D'après *Schweizerische Bauzeitung*, 12 mai 1934, pp. 221-222 et 19 mai 1934, pp. 235-237.

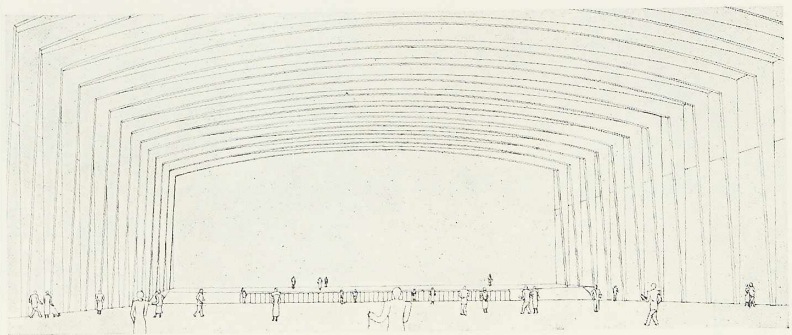
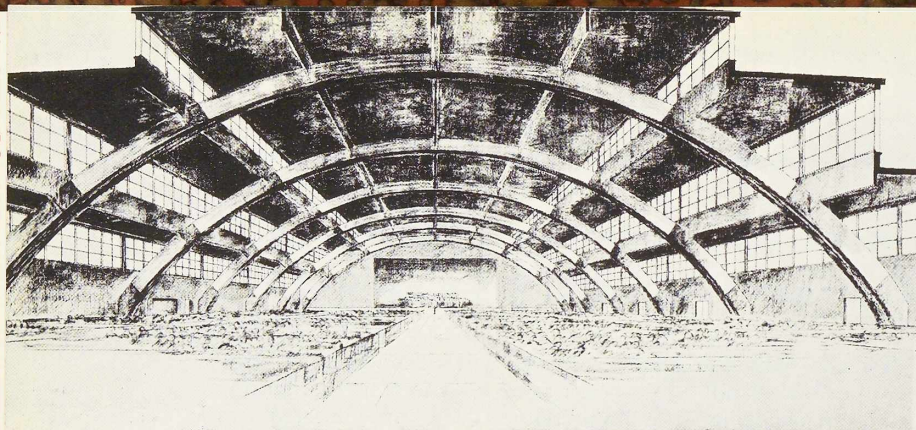
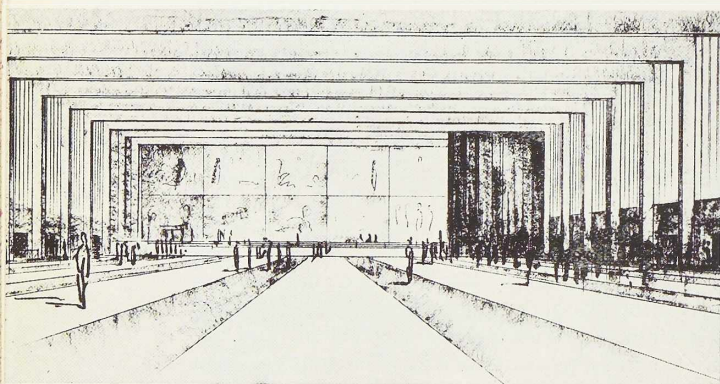


Fig. 420. 3<sup>e</sup> prix. Projet de P. A. Furger, architecte, en collaboration avec G. Zamboni, architecte et l'Atelier de constructions métalliques Jos. Meyer, à Lucerne.



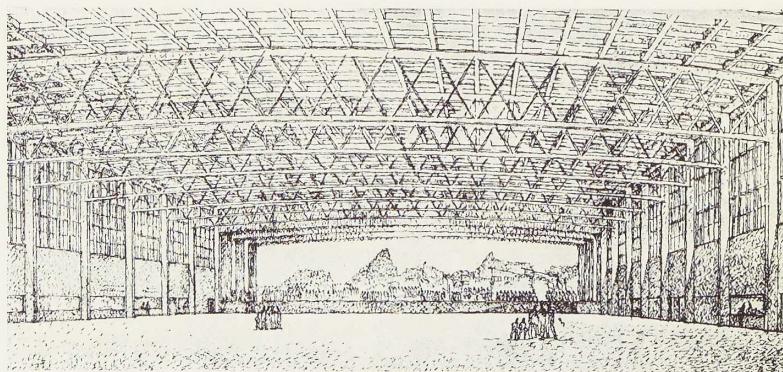


**Fig. 421.** 4<sup>e</sup> prix. Projet de A. Berger, architecte à Lucerne et de Ad. Meier, ingénieur à Wädenswil.

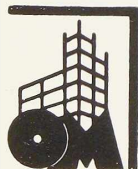


**Fig. 422.** 5<sup>e</sup> prix. Projet de Z. Egger, architecte à Lucerne, en collaboration avec E. Rathgeb, ingénieur à Zürich.

**Fig. 423.** Projet de Theiler et Helber, architectes à Lucerne et de W. Versell, ingénieur à Chur.

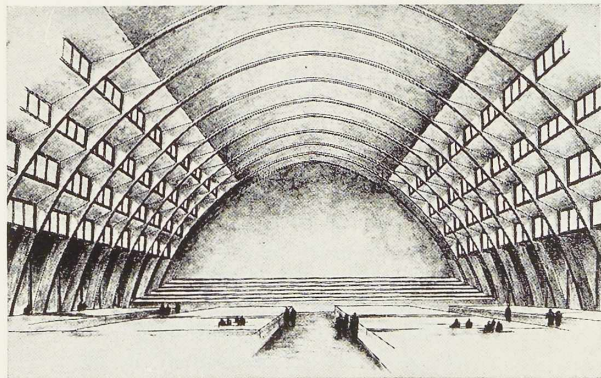
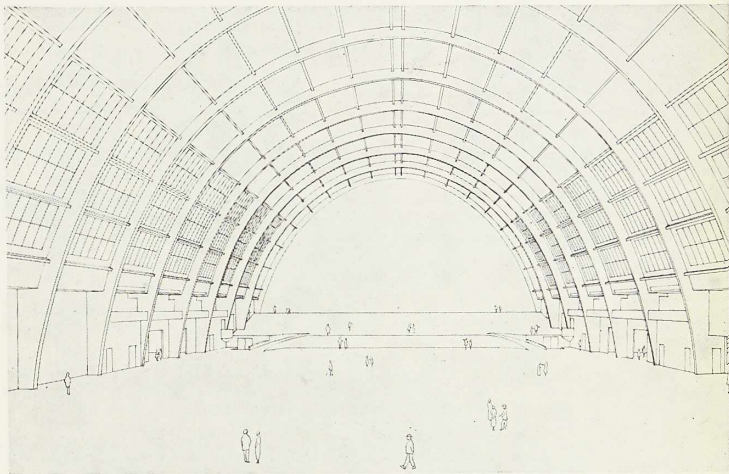


372

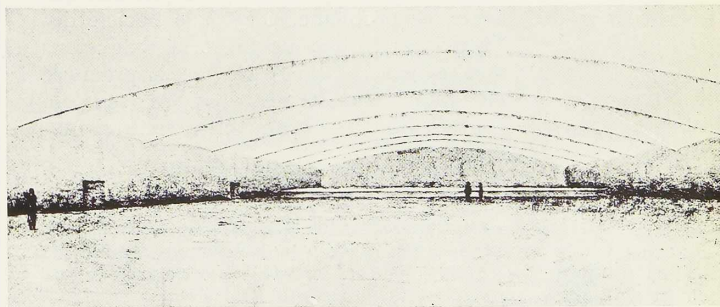




**Fig. 424.** Projet de V. Erscher, architecte à Lucerne, en collaboration avec E. Kugler, ingénieur à Zoug et la firme « Eisenbau-Gesellschaft Zurich ».



**Fig. 425.** Projet de O. Schärli, architecte à Lucerne et de Ch. Chopard, ingénieur à Zurich.



**Fig. 426.** Projet de A. Zeyer, architecte à Lucerne et de C. Hubacher, ingénieur à Zurich.



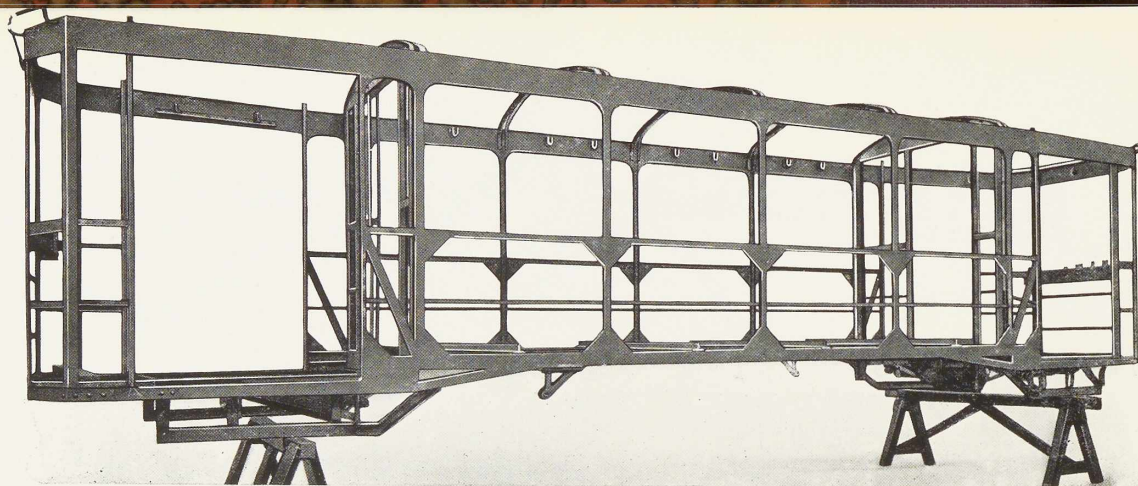


Fig. 427. Vue de l'ossature métallique à assemblage soudé d'une voiture-motrice de la Société des Tramways Unifiés de Liège et Extensions.

## Auscultation tensométrique de l'ossature métallique des voitures motrices du réseau des Tramways Unifiés de Liège et Extensions

par N. Sèlezneff,

Ingénieur des Constructions Civiles A. I. Lg.  
Assistant au Laboratoire du Génie Civil de l'Université de Liège

L'augmentation croissante des accélérations au démarrage et des vitesses de transport a obligé les constructeurs de ces dernières années à s'intéresser au perfectionnement des châssis des voitures de tramways.

Quatre conditions essentielles étaient à concilier : la légèreté, la sécurité, la longévité et la facilité d'entretien.

Le concours du métal et de la soudure a permis de résoudre, d'une façon satisfaisante, ce problème. C'est à la Société des Tramways Unifiés de Liège et Extensions que revient l'honneur d'avoir, la première en 1927, transformé dans ce sens la construction de ses nouvelles voitures-motrices <sup>(1)</sup>.

<sup>(1)</sup> *L'Industrie des voies ferrées et transports automobiles*, Paris, avril 1933. — Article de M. Napp, chef de service à la Société des Tramways Unifiés de Liège et Extensions.

La carcasse était réalisée, autrefois, en pièces de bois assemblées. Elle constituait uniquement le support du revêtement de la voiture et n'était d'aucun secours aux deux longerons chargés de résister à la flexion. Elle a été remplacée par une ossature métallique formant poutre tubulaire évidée et continue, contribuant tout entière à la résistance de la voiture (fig. 427).

La suppression des longerons et l'emploi de profilés du commerce et d'emboutis légers, en acier ordinaire, a permis de satisfaire à la condition de légèreté, tout en réduisant le prix de revient de la caisse.

La soudure assure facilement et complètement la continuité des différents éléments de l'ossature, accroît la rigidité et partant la sécurité de cette dernière. Un habillage en tôles minces, fixées simplement à la carcasse au moyen de petites vis et de boulons, facilite considérablement l'entretien des voitures.





**Fig. 428.** Disposition des charges et de quelques tensomètres Huggenberger lors de la surcharge de la plateforme. A l'avant-plan on voit l'un des deux crics qui ont servi à la manipulation des charges.

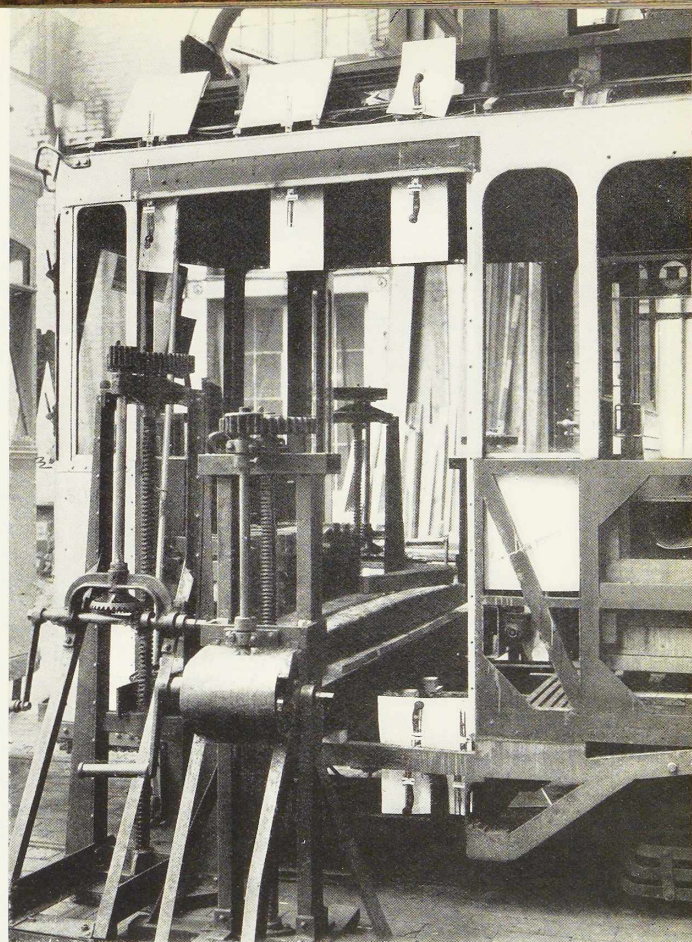
Malgré le comportement irréprochable des châssis pendant une durée de trois ans, la Société des Tramways Unifiés de Liège et Extensions a jugé, néanmoins, intéressant de s'assurer de la sollicitation réelle de leurs différentes parties. A cette fin, elle a fait procéder à des essais, qui ont été effectués par le Laboratoire du Génie Civil de l'Université de Liège, sous la direction de M. le Professeur F. Campus. Les mises en charge ont été choisies équivalentes aux surcharges maxima de service.

Les tensions ont été mesurées au moyen de tensomètres Huggenberger (fig. 428). Ces appareils, simples de maniement, permettent d'évaluer directement et avec grande précision, les déformations linéaires et par suite les tensions, en tous points accessibles du modèle éprouvé. Pour les détails et le mode de fixation de ces instruments nous renvoyons à la communication de MM. Baes et Vandepierre à l'Association belge pour l'Essai des Matériaux <sup>(1)</sup>.

Nous ne reproduisons que les résultats des essais correspondant à deux mises en charge distinctes. La première (fig. 429) équivalait au poids de 24 personnes debout sur une plateforme soit 1500 kgr. Cette charge, constituée au moyen de deux poutrelles I et de deux lingots (fig. 428) repose sur les membrures externes de part et d'autre de l'alignement du centre de gravité de la plateforme.

Comme dans tout essai de ce genre, les

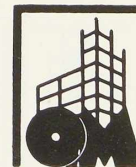
<sup>(1)</sup> Bulletin de la Société belge des Ingénieurs et des Industriels, n° 3 de 1929.



charges sont appliquées progressivement et sans choc. Deux crics facilitent la manœuvre.

La deuxième mise en charge (fig. 430) équivalait au poids de 44 personnes réparties comme suit :

32 personnes debout, concentrées au milieu de la voiture (banquettes relevées) et 12 personnes assises sur les banquettes restantes. Cette charge, au total de 2.540 kg, est formée partie par des hommes, partie par du lest.





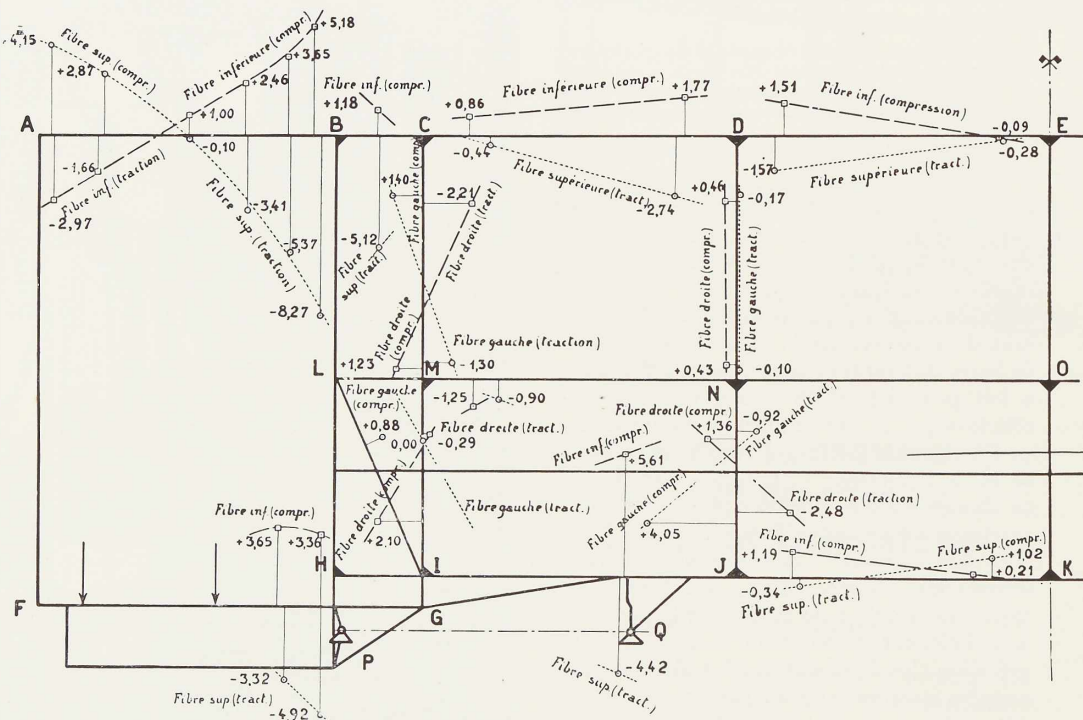


Fig. 429. Résultats des essais de tensions correspondant à la surcharge de la plateforme avant (2 charges de 750 kg, concentrées, reposant sur les membrures extérieures de la voiture).

La figure 430 a représente le diagramme des tensions résultant de la superposition des deux cas de charges précédents.

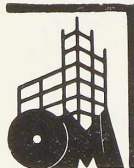
Le nombre de mises en charge consécutives et le nombre de lectures par point ont toujours été suffisants pour éliminer les erreurs accidentelles de lecture.

Les résultats ont été satisfaisants.

Les diagrammes dénotent certaines anomalies qui semblent ne pouvoir être expliquées que par le fait que le système et la sollicitation sont à trois dimensions et non à deux comme le supposent généralement les calculs. Cette remarque milite en faveur

de la vérification expérimentale des tensions, les méthodes de la résistance des matériaux ne pouvant donner, dans des cas aussi complexes, que des résultats tout à fait approchés et parfois même erronés.

Il est à remarquer que toutes les tensions indiquées sont engendrées par des mises en charge statiques, qui viennent en supplément du poids propre du châssis et qu'il n'est pas tenu compte des effets dynamiques. Nous donnons un résumé succinct des conclusions et suggestions rédigées par M. le Professeur F. Campus à la suite des essais :





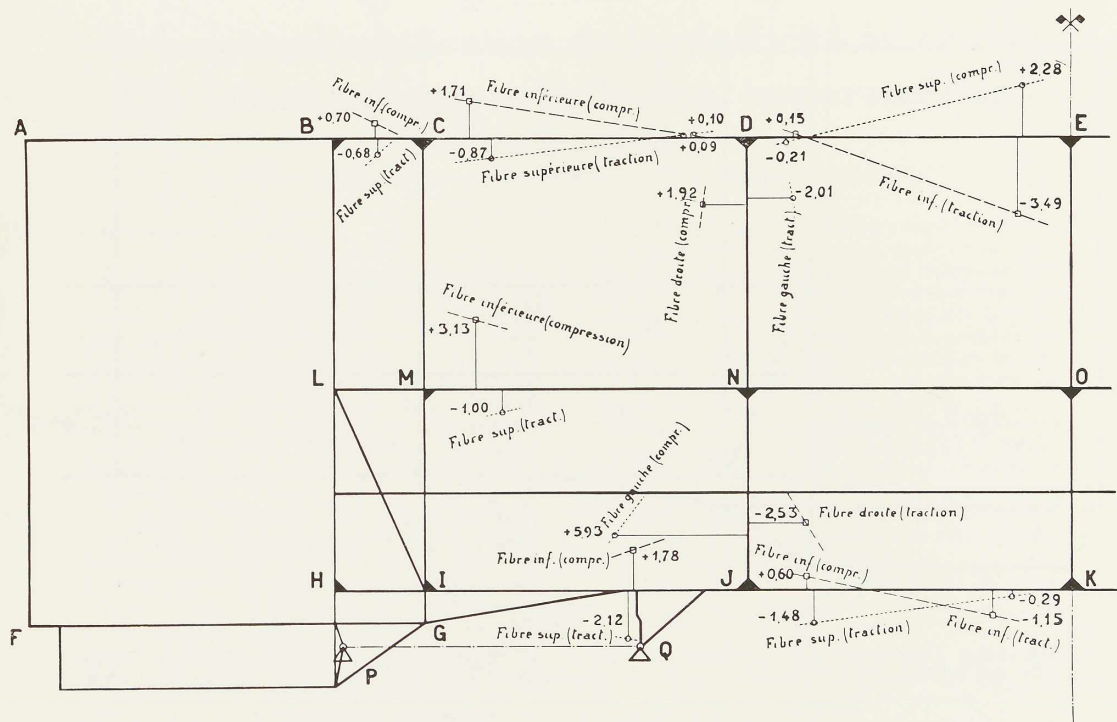


Fig. 430. Résultats des essais de tensions correspondant à la surcharge de la partie centrale de la voiture (7,1 kg par centimètre sur l'étendue des deux panneaux du milieu et 2,5 kg par centimètre sur l'étendue des panneaux latéraux).

1° Tous les éléments, sans exception, travaillent d'une façon solidaire, grâce à la rigidité des assemblages ;

2° L'ensemble se comporte comme poutre à cadres accolés et continus. Cette propriété est prouvée par l'existence de points d'inflexion sur les membrures et les montants ;

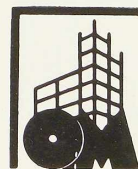
3° La surcharge de la partie centrale de la voiture est sans influence sur les éléments des plateformes ;

4° Les plateformes sont sans influence l'une sur l'autre ;

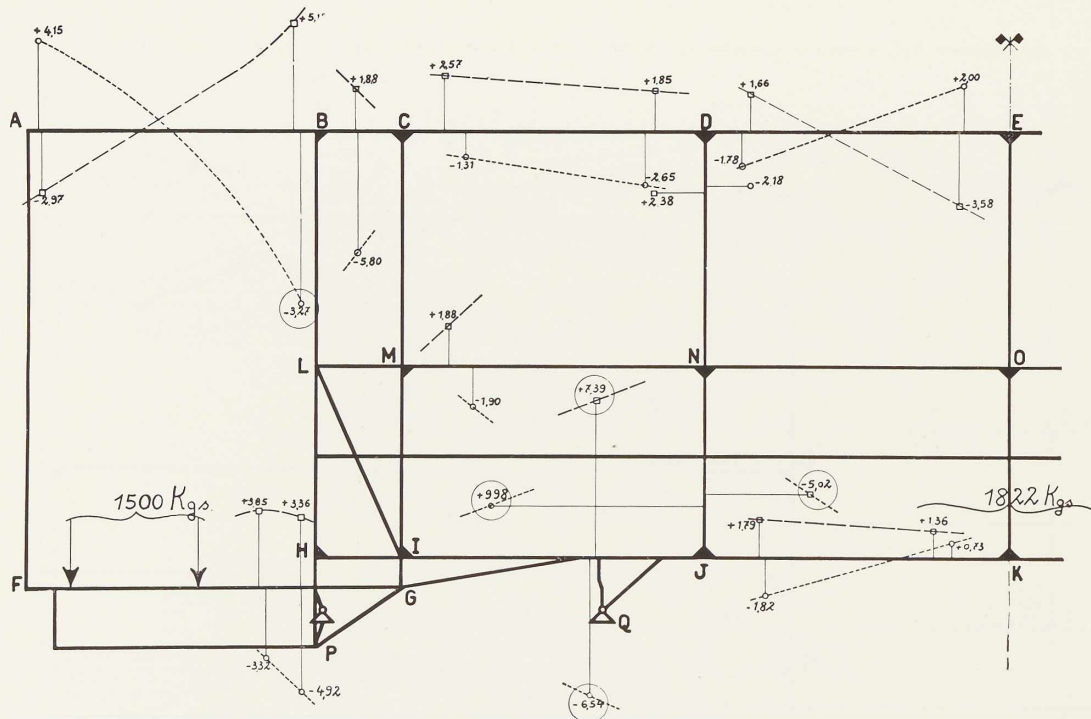
5° La surcharge d'une plateforme donne la sollicitation la plus défavorable ;

6° Les parties les plus fatiguées appartiennent aux plateformes.

D'une façon générale, l'ossature travaille dans de bonnes conditions. Les taux de fatigue statique ne dépassent, en aucun des points auscultés, 10 kgr/mm<sup>2</sup>. Les tensions maxima ne sont que locales. Elles sont produites par des discontinuités de sections (voir point B et voisinage de J où, pour la surcharge totale, on trouve 7,39 kg/mm<sup>2</sup>). L'examen des diagrammes montre que de nombreux éléments travaillent peu économiquement ; la réduction de leurs sections est cependant rendue impossible par les







**Fig. 430 a.** Diagramme des tensions résultant de la superposition des deux mises en charge. (fig. 429 et 430). Dans le diagramme de la membrure AB, il faut lire  $-8,27$  au lieu de  $-3,27$ .

conditions de conservation et de rigidité propre. C'est un point qui rend l'usage des aciers spéciaux à haute résistance peu intéressant dans ce genre de constructions.

On peut donc dire que l'armature de la caisse est toujours suffisante pour se passer du concours de l'habillage. Ce dernier pourra par conséquent être formé de tôles minces, légères et démontables, d'où facilité d'entretien et de réparation des voitures <sup>(1)</sup>.

<sup>(1)</sup> Voir Compte rendu du 23<sup>e</sup> Congrès international de Tramways, de Chemins de fer d'intérêt local et de Transports publics automobiles. La Haye, 26 juin au 4 juillet 1932. — Communications de M. Harmel, Directeur général de la Société des Tramways Unifiés de Liège et Extensions, p. 98.

En conclusion, il apparaît que l'étude expérimentale a justifié la conception et la réalisation des châssis et a précisé, en les confirmant, les résultats qualitatifs d'un service journalier de trois années. En outre, elle a eu l'avantage de suggérer quelques améliorations purement locales pour les constructions futures, ne changeant rien au principe de la construction et sans influence sensible sur le poids et le prix.

Ces légères transformations ne pourront qu'uniformiser la sécurité des différentes parties du châssis et par ce fait ne feront qu'allonger la vie des voitures en parant au développement éventuel de fissures de fatigue.





# Principes d'application de la plasticité au calcul des constructions métalliques hyperstatiques

par Artémey S. Joukoff,

Ingénieur A. I. Br., Maître de Conférences à l'Université de Bruxelles (1)

## 1. Introduction

La pratique en vigueur depuis de nombreuses années dans le domaine de la construction métallique et dont l'usage est à peu près universellement admis, consiste à imposer soit une limite pour la tension normale du métal, soit une limite pour la dilatation principale, limites que l'on ne doit dépasser en aucun point de la construction et dans aucune circonstance. Il est bien entendu que l'on s'en assure en appliquant la théorie de l'élasticité et les calculs courants qui s'y appuient.

La première méthode relève du critérium de la plus grande tension principale auquel on attache d'habitude le nom de Rankine, la deuxième du critérium de la plus grande dilatation principale de Poncelet et Barré de Saint-Venant. Or, il n'est pas inutile de signaler que pour une matière telle que l'acier, et plus particulièrement l'acier doux, les critères de Rankine et de de Saint-Venant sont inexacts et les conditions de résistance de ce matériau sont bien mieux traduites par l'hypothèse de de Saint-Venant-Guest qui assigne des limites aux plus grandes tensions tangentielles (2). Des essais récents montrent par ailleurs que, si l'hypothèse de Guest peut être admise en première approximation, celle de Huber-Hencky, basée sur la notion du travail de déformation par glissement, semble être plus exactement confirmée en ce qui concerne la limite d'élasticité de l'acier (fig. 431).

A l'époque actuelle d'autres méthodes de calcul des constructions métalliques sont proposées et il convient de les examiner sans idée préconçue puisque les anciennes n'étaient pas fondées sur des données de critérium irréprochables, tandis que les hypothèses modernes semblent plus proches de la réalité.

(1) Les articles de MM. Joukoff et Wilkin font suite à l'article *Les principes de la plasticité parfaite appliqués aux calculs de résistance des matériaux* de M. L. Baes, professeur à l'Université de Bruxelles, paru dans *l'Ossature Métallique* n° 6, juin 1934, pp. 305-331.

(2) L. BAES, *Résistance des matériaux et stabilité des constructions*, ch. XI, Bruxelles, Lamertin, 1930-1934.

On reconnaît d'ailleurs que les conditions réelles dans lesquelles se trouve une construction diffèrent sensiblement des conditions théoriques qui ont servi de base aux calculs d'établissement. Les assemblages rigides mis à la place des articulations dont on a tenu compte dans le projet introduisent des effets secondaires ; les actions de concentration d'efforts produits par les trous de rivets ; les effets dynamiques dans les constructions soumises à la circulation plus ou moins rapide des charges mobiles, sont parmi les causes dont les conséquences font qu'en beaucoup de points de la construction il est très probable que les tensions effectivement atteintes dépassent celles qui ont été prévues, de sorte que le critérium imposé est loin d'être toujours satisfait.

On doit reconnaître également que les cons-

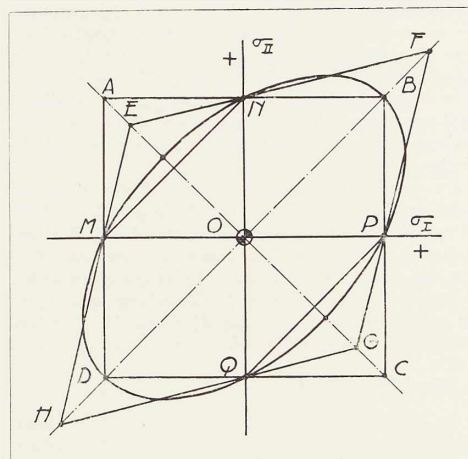
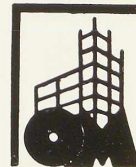


Fig. 431. Hypothèses de critérium. Système de coordonnées : tensions principales. Cas d'états plans de tension.

ABCD	Rankine
EFGH	Poncelet-de Saint-Venant
MNBPOD	Guest-de Saint-Venant
Ellipse	Huber-Hencky.





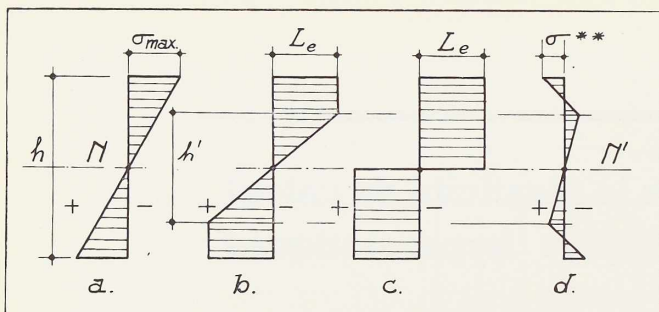


Fig. 432. Diagrammes des tensions le long d'une section transversale d'une pièce soumise à flexion simple. (Lire  $R_e$  au lieu de  $L_e$ .)

tructions établies d'après les méthodes de calcul courantes existent en très grand nombre, certaines d'entre elles sont en service depuis très longtemps et ne se trouvent pas en danger du chef des causes perturbatrices qui majorent les tensions en certains points. Il y a là une sorte de contradiction entre les faits et la théorie, dont les effets sont d'ailleurs favorables au constructeur.

On ne saurait incriminer les méthodes de calcul couramment appliquées : basées sur la théorie de l'élasticité, ces méthodes ne peuvent évidemment rendre compte que de ce qui se passe pendant la phase d'élasticité de la matière. Passé cette limite, d'autres phénomènes viennent se superposer, ces phénomènes obéissent à d'autres lois et il importe de les rechercher. Une des premières explications que l'on puisse donner est qu'il se produit une adaptation de la matière soumise à des circonstances qui semblent trop rigoureuses. L'intuition indique que cette adaptation ne peut être due qu'aux propriétés de ductilité et de plasticité de l'acier.

De nombreuses tentatives sont faites actuellement en vue de tenir compte de la plasticité dans le calcul des ouvrages métalliques. La littérature technique leur fait une place de plus en plus grande, surtout dans les pays de langue allemande. Il semble donc intéressant d'esquisser une mise au point et de jeter un coup d'œil sur la situation présente de ces questions.

## 2. Matériau utilisé

La matière qui est en jeu ici est l'acier doux de construction. La meilleure façon de définir ses caractéristiques au point de vue qui intéresse la plasticité est de considérer un diagramme d'essai en traction simple.

On sait, qu'à la température ordinaire, ce diagramme présente un palier caractéristique, qui succède à la phase d'élasticité et durant lequel la déformation se poursuit sous un effort cons-

tant de la machine, palier qui constitue le domaine de la plasticité parfaite. Pour les besoins de la pratique, ce diagramme réel est remplacé par un diagramme idéal formé de deux droites, l'une représentant le domaine d'application de la loi de Hooke, l'autre le palier des déformations parfaitement plastiques.

## 3. Problème fondamental

Le problème fondamental qui se trouve à la base des méthodes de calcul proposées pour les constructions métalliques hyperstatiques est l'étude de la flexion poussée au delà de la limite d'élasticité. On admet comme hypothèse, de même qu'en élasticité, que les sections transversales et planes d'une pièce soumise à la flexion dans de telles conditions, restent transversales et planes au cours de celle-ci.

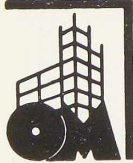
Cette hypothèse revient à admettre que le diagramme des tensions normales le long d'une section transversale est une transposition du diagramme tensions-déformations en traction simple.

Si l'on considère alors une section transversale d'une pièce soumise à flexion simple produite par des charges croissantes, tant que la sollicitation sera telle que la plus grande tension produite n'atteint pas la limite élastique, la distribution des tensions affectera l'allure d'un triangle. Si l'on étudie une section rectangulaire et que l'on utilise les notations de la figure 432a en supposant que  $b$  est la largeur de la section, on pourra écrire :

$$\sigma_{\max} = \frac{M}{bh^2} \quad \text{ou} \quad M = \frac{bh^2}{6} \sigma_{\max}.$$

Si la sollicitation croît, la tension maximum au bord de la section augmente proportionnellement à la sollicitation jusqu'au moment où elle atteindra la valeur limite correspondant à l'ordonnée du palier  $R_e$ . A partir de ce moment, si la sollicitation continue à croître, l'allure des phénomènes va se modifier: la tension maximum au bord n'augmente plus mais s'étend vers le cœur de la pièce, affectant l'allure de la figure 432b. Finalement, pour un état de charge limite, on aura la distribution de la figure 432c qui correspondra à la limite de la résistance de la pièce.

Il est à remarquer que cet état limite est un état théorique car il n'est pas possible de concevoir au sein de la pièce une discontinuité aussi brusque et il doit toujours rester une petite zone de transition dans laquelle les déformations demeurent élastiques.





D'après les notations de la figure 432b en appelant  $h'$  la hauteur du noyau demeuré élastique, on pourra écrire :

$$M = \frac{bh^2}{6} \cdot R_e \cdot \left[ \frac{3}{2} - \frac{1}{2} \left( \frac{h'}{h} \right)^2 \right].$$

Nous désignerons par :

$M^*$  le moment auquel peut résister la pièce à l'instant où la plasticité apparaît au bord de la section, c'est-à-dire lorsque  $h' = h$ .

$M^*_{lim}$  le moment limite auquel peut encore résister la pièce lorsque la plasticité s'est étendue à toute la hauteur de la section, c'est-à-dire si  $h' = 0$ .

On aura, dans le cas de la section rectangulaire considérée :

$$M^* = \frac{bh^2}{6} R_e \quad M^*_{lim} = \frac{bh^2}{4} R_e$$

$$\text{donc } M^*_{lim} = 1,50 M^*.$$

Dans le cas d'un profil en forme d'un double T on aurait :

$$M^*_{lim} = 1,16 M^* \text{ environ.}$$

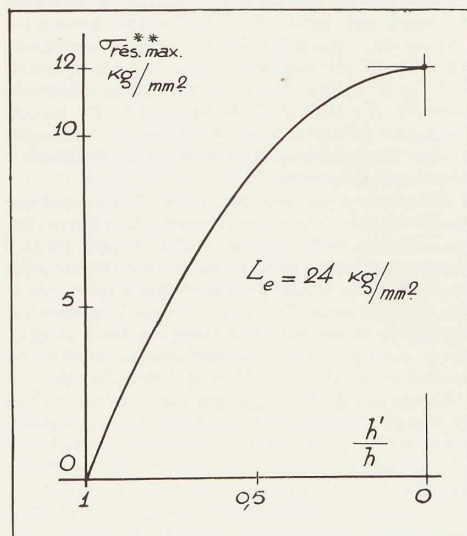


Fig. 433. Variation de la tension résiduelle au bord en fonction du rapport  $h'/h$ . (Lire  $R_e$  au lieu de  $L_e$ ).

#### 4. Tensions résiduelles

On sait qu'une des caractéristiques des sollicitations poussées au delà de la limite d'élasticité est d'introduire des déformations permanentes et des tensions résiduelles.

Pour le calcul des tensions résiduelles on se base sur le fait que, si l'on soumet une éprouvette de traction à une charge telle que la limite d'élasticité soit dépassée, qu'on la décharge et qu'ensuite on la charge à nouveau, on constate que lors de la nouvelle mise en charge l'éprouvette se comporte comme un corps élastique ayant le même module d'élasticité qu'auparavant. On peut en conclure que pendant le déchargement la matière suit également la loi de Hooke.

De cette façon, les tensions résiduelles résulteront de la superposition de deux états de charge :

1° Un état de charge que nous noterons  $+F$  tel qu'il provoque la formation d'une partie plastique dans la pièce ;

2° Un état de charge que nous noterons  $-F$ , supposé tel que tout se passe en élasticité.

Les tensions résiduelles doivent satisfaire à certaines conditions :

1° L'effort normal résultant doit être nul. Dans le cas de la flexion simple et d'un profil symétrique cela implique que le diagramme des tensions résiduelles est également symétrique ;

2° Dans le cas où la section considérée fait partie d'un ensemble isostatique le moment résultant des tensions résiduelles doit être nul ;

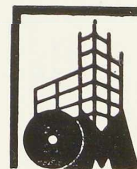
3° Dans le cas où la section considérée fait partie d'un ensemble hyperstatique, les tensions résiduelles ont un couple résultant qui est le moment résiduel.

Dans les divers cas, ces conditions suffisent à déterminer les tensions résiduelles.

Si l'on se place par exemple dans le cas d'une pièce isostatique, le diagramme des tensions résiduelles aura la forme indiquée à la figure 432d et on pourra écrire, pour la tension résiduelle à la fibre extrême la formule

$$\sigma_{rés. max} = \frac{1}{2} R_e \left[ 1 - \left( \frac{h'}{h} \right)^2 \right],$$

On voit que la valeur de cette tension dépend du rapport  $h'/h$ . La figure 433 donne un diagramme de la variation de la tension résiduelle au bord en fonction du rapport  $h'/h$ , établie dans l'hypothèse de  $R_e = 24 \text{ } kg/mm^2$ . On constate que lorsque la section est entièrement en plasticité (cas limite théorique), la valeur de la tension résiduelle au bord peut atteindre  $12 \text{ } kg/mm^2$ .





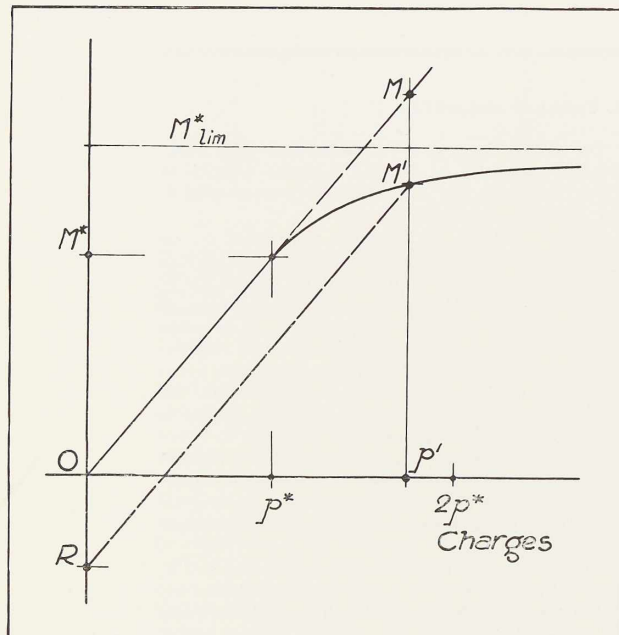


Fig. 434. Variation du moment fléchissant en fonction de la charge au delà de la limite d'élasticité.

##### 5. Principe de calcul des constructions hyperstatiques

Le principe du calcul d'une construction peut être mis en évidence par un exemple simple.

Si l'on considère une poutre continue sur trois appuis, soumise à une charge uniformément répartie complète et si l'on suppose que l'intensité de cette charge croît, tant que l'on se trouvera dans des conditions telles que tout se passe en élasticité, la distribution des moments fléchissants le long de la poutre s'obtiendra en considérant pour chaque travée la parabole des moments isostatiques lue par rapport à une ligne de repère donnée par la valeur du moment sur l'appui intermédiaire et qui sera déterminée par les méthodes courantes (fig. 435).

On constate que dans le cas considéré, le moment maximum se produit au droit de l'appui intermédiaire. Par conséquent, lorsque la sollicitation extérieure va croître, c'est au droit de l'appui que la plasticité sera atteinte en premier lieu. A partir de ce moment, puisque les lois basées sur l'élasticité ne sont plus applicables, il n'est

pas possible de déterminer *a priori* quelle sera la valeur du moment sur l'appui pour une charge donnée. Il sera nécessaire de faire intervenir une hypothèse.

Puisqu'il existe dans la poutre un noyau élastique et que d'autre part on suppose que les sections transversales planes restent planes, on peut admettre que la rotation des sections immédiatement de part et d'autre de l'appui reste proportionnelle à la valeur de la charge. On peut alors tracer un diagramme de la variation du moment sur l'appui en fonction de la charge (fig. 434). Nous désignerons par  $p^*$  la charge qui provoque l'apparition de la plasticité au bord de la section.

L'allure de ce diagramme est analogue à celle des graphiques résultant des essais du professeur Maier-Leibnitz (dont un résumé, fait par le professeur Kist a été publié par *Ossature Métallique* en juillet 1932) mais il serait évidemment intéressant d'effectuer des essais complémentaires afin de rechercher la courbe expérimentale.

Le calcul devient très aisé à partir du moment où l'on possède la courbe de la figure 434. Pour un état de charge quelconque  $p'$  l'ordonnée de la droite  $p'M$  représente la valeur du moment sur l'appui telle qu'on l'obtiendrait si tout se passait en élasticité. L'ordonnée  $p'M'$  donne la valeur du moment qui se produit réellement en tenant compte de la plasticité. Par conséquent le moment sur l'appui est diminué d'une certaine quantité  $MM'$  qu'il suffira de retrancher de la valeur du moment sur l'appui de la figure 435. En traçant les lignes de repère correspondantes on obtiendra la distribution complète des moments fléchissants le long de la poutre.

Si la charge continue à croître, le moment sur l'appui continue à suivre la courbe de la figure 434, les moments en travée vont croître de plus en plus rapidement, et finalement pour un état de charge limite  $p_{lim}$ , les moments seront égaux en travée et sur l'appui et, si l'on suppose que la poutre est de section constante, cela correspondra à la plasticité complète dans les sections au milieu des travées et au droit de l'appui intermédiaire.

La courbe de la figure 434 peut encore donner la valeur du moment résiduel. En admettant, comme cela a été fait lors du calcul des tensions résiduelles, que la poutre suit la loi de Hooke pendant le déchargement, celui-ci sera figuré sur la courbe par la droite  $M'R$  et le moment résiduel sera donné par l'ordonnée à l'origine  $OR$ . On constate qu'il est de signe contraire au moment produit lors de la mise en charge et que, de plus, il est égal en valeur absolue à la diminution du





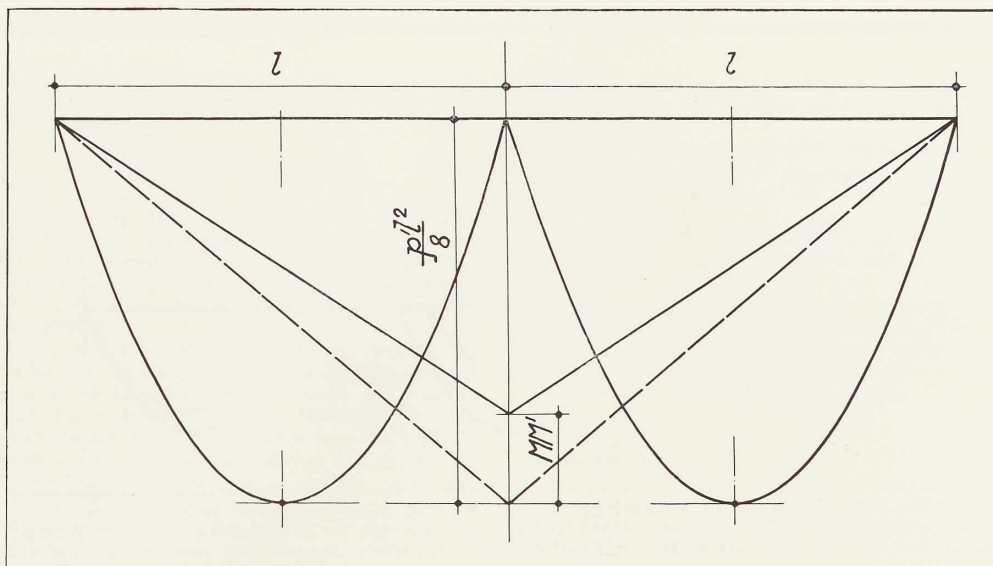


Fig. 435. Répartition des moments fléchissants le long d'une poutre à trois appuis chargée au delà de la limite d'élasticité.

moment sur l'appui  $MM'$  qui vient d'être considérée.

#### 6. Etat limite

L'état de charge  $p_{lim}$  qui provoque l'apparition de la plasticité dans toute l'étendue de trois sections différentes de la poutre constitue évidemment un état limite que l'on ne saurait dépasser sans que la construction ne soit mise en danger. Cette charge sera donc considérée comme charge limite que l'on pourrait tolérer sur la construction et c'est sur cette charge que l'on prendra le coefficient de sécurité voulu et c'est donc de cette façon que l'on pourra déterminer la charge utile admissible sur l'ouvrage.

On voit donc que cette méthode de calcul tend à substituer un nouveau critérium à celui de de Saint-Venant utilisé antérieurement. Ce nouveau critérium s'apparente à celui dit de l'état d'équilibre limite inférieur ou supérieur utilisé dans l'étude de la stabilité des massifs sans cohésion. En effet, au lieu d'étudier l'état de charge qui se produit réellement, et il a été vu au début de cette note que l'on ne connaît en fait jamais cet état avec précision, on étudie un état limite par lequel la construction devrait passer avant cir-

constances dangereuses ou déformations inacceptables, et c'est sur la charge qui provoque cet état limite que l'on prend un certain coefficient de sécurité.

#### 7. Méthodes d'application

L'application du principe qui vient d'être schématisé à l'aide d'un exemple particulièrement simple, diffère essentiellement suivant les auteurs.

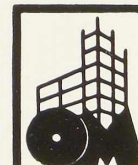
Le professeur hollandais Kist, dont l'*Ossature Métallique* a publié récemment un mémoire, préconise dans tous les cas d'égaliser purement et simplement les moments en travées et sur appuis, l'égalisation réelle devant se faire automatiquement par l'adaptation de la matière.

Il dit notamment :

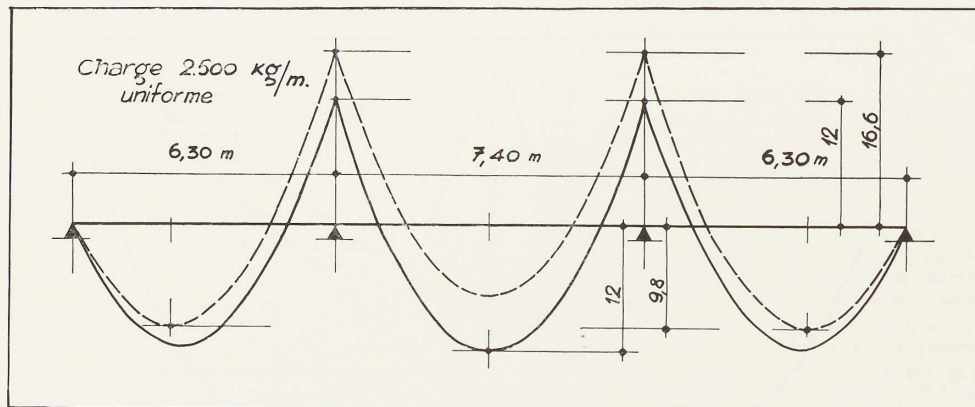
« En faisant le calcul pour établir un projet, toute supposition concernant les forces hyperstatiques est valable ».

(O. M., 4-1932, p. 183.)

Dans l'état actuel des connaissances relatives au comportement plastique de l'acier, il semble un peu hasardeux de suivre cette recommandation à la lettre et la méthode de l'ingénieur allemand Felix Kann paraît préférable. Cet auteur a publié







**Fig. 436.** Diagrammes des tensions maxima le long d'une poutre à quatre appuis. Trait continu : Calcul fait d'après les méthodes tenant compte de la plasticité. Trait interrompu : Calcul fait d'après les méthodes habituelles. Les ordonnées donnent les tensions en  $\text{kg}/\text{mm}^2$ .

en 1932 un ouvrage (voir bibliographie annexée) dans lequel il donne la solution pratique d'un certain nombre de cas de poutres continues et de portiques, mais il recommande de ne faire appel à la notion de plasticité que lorsque la distribution des moments en élasticité n'est pas très éloignée de l'égalité, de façon à ne pas trop demander à l'adaptation du matériau, tout au moins tant que la question n'est pas élucidée davantage.

### 8. Réserves à poser

En effet, certaines réserves doivent être posées.

Tout d'abord, l'état limite que l'on envisage est tel qu'il y a danger de flambement ou de voilement pour les parties comprimées des pièces. Il est entendu que l'on n'atteint pas cet état limite, mais, si l'on désire apprécier exactement le coefficient de sécurité, il est nécessaire de ne pas perdre de vue ce facteur.

Ensuite, on sait que les sollicitations poussées au delà de certaines limites peuvent faire intervenir des questions de fatigue et d'endurance qui peuvent devenir dangereuses pour des états de charge répétés ou alternés. Il convient donc, chaque fois que l'on voudra faire application des procédés de calcul basés sur la plasticité, d'examiner avec la plus grande attention le mode de répétition des charges, leurs fréquences et leurs alternances.

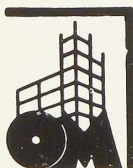
Certains auteurs attachent également une très grande importance à l'étude du jeu combiné des tensions résiduelles et des déformations permanentes. Notamment l'auteur autrichien Hans Bleich a publié à ce sujet une étude développée dont certains éléments ont été résumés par F. Bleich dans l'*Ossature Métallique*. Cette question est évidemment très intéressante si l'on veut considérer le problème dans toute sa généralité. Cependant, si l'on s'en tient à un domaine restreint d'applications tel que le préconise par exemple, F. Kann et tel qu'il serait logique de le prendre dans les débuts, on peut constater par l'application traitée plus loin, que les tensions réellement atteintes sont loin d'être susceptibles de provoquer des déformations permanentes et des tensions résiduelles.

### 9. Exemple

L'exemple traité est emprunté à F. Kann afin de faire ressortir la façon dont les nouvelles méthodes peuvent être appliquées. Il s'agit d'une poutre continue à trois travées, dont le schéma est donné à la figure 436.

La poutre est à section constante, constituée par une poutrelle dont le module de flexion est de  $732 \text{ cm}^3$ .

La charge totale y compris le poids propre est de  $2.500 \text{ kg}/\text{m}$ .





On admet que les moments en travée sont égaux aux moments sur les appuis intermédiaires. Leur valeur commune est donc

$$\frac{2.500 \times (7,40)^2}{16} = 8.500 \text{ kgm.}$$

Puisque le profil est constant, le diagramme des tensions maxima le long de la poutre est donné par une courbe de même allure que celle des moments. La valeur maximum, dans les milieux des travées et sur les appuis intermédiaires est de 12 kg/mm<sup>2</sup>.

Si l'on étudie cette même poutre, soumise au même état de charge par les méthodes courantes basées sur la théorie de l'élasticité, on trouvera une autre distribution des moments. Le diagramme des tensions maxima le long de la poutre pour ce cas est également donné à la figure 436 et on peut constater que la tension maximum atteint 16,6 kg/mm<sup>2</sup> sur les appuis intermédiaires mais descend par contre à 8 kg/mm<sup>2</sup> au milieu de la travée centrale.

Si d'autre part le calcul avait été fait dès le début avec les méthodes habituelles, en prenant un profil constant, on aurait été amené à avoir un excédent de matière de l'ordre de 20 %. L'économie du nouveau procédé de calcul est donc réellement intéressante.

On peut donc constater par cet exemple, et ceci constitue une remarque importante et qu'il est nécessaire de ne pas perdre de vue, que les méthodes de calcul basées sur la notion de l'état limite, tout au moins dans ce domaine restreint, sont loin de conduire à des tensions voisines de celles qui provoqueraient réellement la plasticité et les phénomènes troublants qui l'accompagnent tels que les déformations permanentes et les tensions résiduelles.

#### 10. Conclusions

En résumé, on peut dire que les nouvelles méthodes préconisées pour le calcul des constructions métalliques hyperstatiques tendent à substituer au critérium périmé de de Saint-Venant un principe d'état limite essayant de tenir compte de certaines propriétés particulières

de l'acier doux et de ses facultés d'adaptation, qui jusqu'à présent étaient réservées au domaine de l'intuition.

Appliquées avec certaines restrictions, ces méthodes ne conduisent pas à des tensions élevées, tout en permettant de réaliser des économies sensibles.

Il est bien entendu que de nombreux tâtonnements, des essais et également des réalisations sont encore nécessaires avant que ces méthodes nouvelles puissent comporter un degré de certitude et de sécurité comparable à celui des anciennes, mais, à ces réserves près, il semble bien que de nouvelles possibilités s'ouvrent dans le domaine des constructions métalliques.

A. J.

#### Bibliographie

GRÜNING. *Die Tragfähigkeit statisch unbestimmter Tragwerke aus Stahl bei beliebig häufig wiederholter Belastung.* Berlin 1926.

MAIER-LEIBNITZ. *Beitrag zur Frage der tatsächlichen Tragfähigkeit einfacher und durchlaufender Balkenträger aus Baustahl St. 37 und aus Holz.* (*Die Bautechnik* 1928, n<sup>os</sup> 1-2 ; *Versuche mit eingespannten und einfachen Balken von I-Form aus St. 37* (*Die Bautechnik* 1929, n<sup>o</sup> 20).

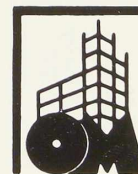
G. KAZINCZY. *Bemessung von statisch unbestimmten Konstruktionen unter Berücksichtigung der bleibenden Formänderungen.* (Congrès International de la Construction Métallique à Liège 1930.)

N. C. KIST. *La déformation en palier de l'acier substituée à la loi de Hooke comme base de calcul de la résistance des ponts et charpentes métalliques.* (*Ossature Métallique*, 1933, n<sup>o</sup> 4.)

F. KANN. *Der Momentenausgleich durchlaufender Traggebilde im Stahlbau.* Berlin et Leipzig 1932.

F. BLEICH. *La ductilité de l'acier. Son application au dimensionnement des systèmes hyperstatiques.* (*Ossature Métallique*, 1934, n<sup>o</sup> 2.)

H. BLEICH. *Über die Bemessung statisch unbestimmter Stahltragwerke unter Berücksichtigung des elastisch-plastischen Verhaltens des Baustoffes.* (*Der Bauingenieur*, 1932, n<sup>os</sup> 19-20.)





## Exemple d'étude de région plastique Action de mandrinage dans une tôle

par G. Wilkin,

Ingénieur A. I. Br., Assistant (Fonds Tassel) à l'Université de Bruxelles (1)

Comme application de la théorie de la plasticité, il est intéressant d'étudier une matière, qui pour certaines sollicitations, présente deux régions distinctes : l'une dans laquelle les lois bien connues de l'élasticité sont vérifiées, l'autre pour laquelle la théorie de la plasticité peut seule permettre de calculer les éléments intéressant la résistance des matériaux, c'est-à-dire les tensions et les déformations.

On rencontre en pratique des cas, où de telles régions voisinent l'une avec l'autre : chaque fois qu'il y a concentration de charge extérieure suffisamment puissante en un point d'une telle matière, il y a une région plastique, qui entoure ce point ; cette région est généralement moins importante au point de vue étendue que la région élastique. Dans ces cas il n'est pas toujours aisé de déterminer la forme et les dimensions de la surface frontière qui sépare les deux régions et qui correspond à la charge extérieure considérée.

Le cas où toute l'entière de la matière est en équilibre plastique est beaucoup moins fréquent.

Dans l'étude qui est faite ici, on considère un cas de symétrie axiale, un des plus simples au point de vue du calcul des tensions en région plastique : une tôle de grande étendue, plane, mince, présentant un orifice circulaire dans lequel est mandriné un tube, sollicitée de façon à posséder les deux régions en question.

Le mandrinage d'un tube provoque de fortes tensions dans le voisinage immédiat du trou de la tôle. En général le calcul de telles tensions est complexe et se détermine entre autres par la photo-élasticité, si la limite d'élasticité de la matière n'est pas dépassée. Lorsque ces tensions se produisent en région plastique, on n'a malheureusement pas à sa disposition ce moyen d'investigation expérimental.

Or, le mandrinage d'un tube provoque bien des tensions élevées de nature plastique, puisque les déformations produites dans le voisinage immédiat du tube sont permanentes.

Il importe de connaître les valeurs des tensions de mandrinage dans les régions plastique et élas-

tique, le rayon du cylindre frontière limitant ces deux régions et finalement les tensions rémanentes, c'est-à-dire les tensions qui persistent dans la tôle si l'on vient à supprimer le tube.

### Hypothèses

Les hypothèses qui servent de base aux calculs sont les suivantes :

1° La tôle est plane, de grande étendue (théoriquement infinie), d'épaisseur négligeable vis-à-vis des autres dimensions ; l'orifice circulaire est négligeable vis-à-vis de l'étendue de la tôle. La matière de la tôle présente un palier de plasticité (acier doux) ;

2° Le tube cylindrique circulaire est ajusté dans l'orifice de la tôle de façon à ne provoquer dans cette dernière aucune tension avant le mandrinage ;

3° Les pressions extérieures par rapport à la tôle, appelées  $p_i$  et produites par le tube, sont bien uniformes et suffisamment puissantes pour produire dans la tôle des déformations permanentes ;

4° La plasticité est atteinte en un point de la tôle, lorsque la condition de plasticité de de Saint-Venant et Maurice Lévy est satisfaite en ce point, à savoir que la tension tangentielle maximum ou la plus grande différence entre les tensions principales atteint telle valeur déterminée :

$$\tau_{\max}^* = \frac{\sigma_I^* - \sigma_{III}^*}{2} = \frac{\mathcal{P}}{2}$$

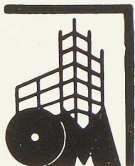
$\mathcal{P}$  est la constante de plasticité, qui vaut  $R_e$ , c'est-à-dire la tension qui correspond au palier de plasticité ou à la limite apparente d'élasticité se présentant lors d'un essai de traction simple effectué avec la matière considérée.

La condition de plasticité s'écrit donc :

$$\sigma_I^* - \sigma_{III}^* = \mathcal{P} = C^e$$

### Etats de tension et de déformation

Ces hypothèses étant posées, il est nécessaire d'ajouter que le problème traité est un problème



(1) Voir note (1), page 379.



plan à certains points de vue. Pour préciser, soit  $\sigma_I$  et  $\sigma_{III}$ , les tensions principales couchées dans le plan moyen de la tôle, qui devient alors le plan I, III (fig. 437).

La tôle étant mince, on peut supposer que  $\sigma_{II}$ , certainement nulle aux deux surfaces de la tôle, est également nulle à l'intérieur de celle-ci. Cela revient à dire que dans toute l'étendue de la matière il règne un *état plan de tension*, car on suppose en outre que la direction II est constante. Ce que l'on vient de lire s'applique aussi bien à la région élastique qu'à la région plastique.

#### Région élastique

Le cas a déjà été traité par divers auteurs dans les limites de l'élasticité. On peut dire en se basant sur leurs résultats, que  $\sigma_I + \sigma_{III} = 0$  en tout point de la région élastique (fig. 437).

Comme  $E \delta_{II} = \sigma_{II} - \frac{1}{m}(\sigma_I + \sigma_{III})$ , il en résulte que  $\delta_{II} = 0$ . Dans la région élastique il y a donc état plan de tension et de déformation simultanément.

#### Région plastique

La relation  $\sigma_I + \sigma_{III} = 0$  n'est pas vérifiée en région plastique, car si elle l'était, on aurait en tout point de cette région  $\sigma_I = -\sigma_{III} = \frac{P}{2} = C^te$ , quelle que soit la sollicitation extérieure  $p_r$ , ce qui est absurde.

De plus on ne peut plus écrire une relation entre les tensions et les déformations sans faire de nouvelles hypothèses. On n'a donc pas le droit d'affirmer qu'il y a état plan de déformation en région plastique.

Il est à remarquer enfin que si la tôle n'était pas infinie, même dans la région élastique, il n'y aurait qu'état plan de tension et non pas de déformation,  $\sigma_I + \sigma_{III}$  n'étant pas nulle, mais égale à une constante. La dilatation  $\delta_{II}$  serait égale, en tout point de la région élastique, à la constante  $-\frac{1}{mE}(\sigma_I + \sigma_{III})$ .

#### Calcul des tensions $\sigma_I$ et $\sigma_{III}$

Par raison de symétrie axiale les lignes isostatiques (trajectoires des tensions principales) sont des circonférences concentriques et les rayons radiaux du centre (fig. 437).

On peut donc écrire que  $\sigma_I = \sigma_r$  et  $\sigma_{III} = \sigma_t$ .

Comme  $\sigma_r$  et  $\sigma_t$  sont de signes contraires, les traces de glissement constituent un réseau ortho-

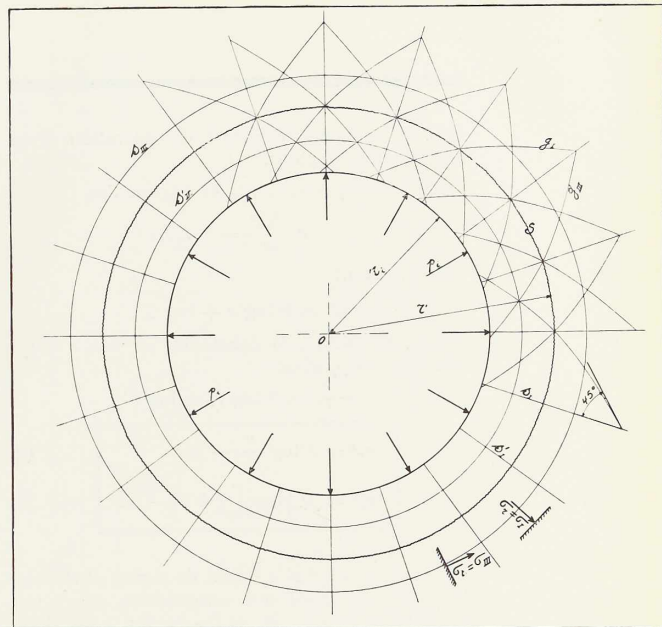


Fig. 437. Lignes isostatiques  $\sigma_I$ ,  $\sigma_{III}$  et lignes de glissement  $g_I$ ,  $g_{III}$ . Cylindre de séparation ou frontière S.

gonal de deux familles de lignes de glissement  $g_I$  et  $g_{III}$  qui sont des spirales logarithmiques, trajectoires des rayons sous un angle de  $45^\circ$ . Ces lignes de glissement (trajectoires des facettes subissant la tension tangentielle maximum) lorsqu'elles sont visibles, c'est-à-dire en région plastique, sont généralement appelées lignes de Hartmann ou lignes de Lüders.

#### Région élastique

En région élastique les valeurs des tensions sont données par

$$\sigma_r = -\frac{C}{r^2} \text{ et } \sigma_t = \frac{C}{r^2} \quad (1) \quad (2)$$

(C étant une constante dont la valeur est donnée plus loin page 388)

#### Région plastique

En région plastique on a :

$$\sigma_t^* - \sigma_r^* = P \quad (3)$$

(Hypothèse de plasticité)

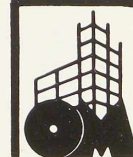
$$\text{et } \sigma_t^* = \sigma_r^* + r \frac{\partial \sigma_r^*}{\partial r} \quad (4)$$

(Equation différentielle de l'équilibre, d'un cas de symétrie axiale)

Soit (fig. 437) :

$r$  : un rayon quelconque ;

$r_i$  : le rayon minimum, égal au rayon du trou ;





$r'$  : le rayon du cylindre S de séparation, frontière des deux régions.

Des deux équations (3) et (4) on tire

$$r \frac{\partial \sigma_r^*}{\partial r} = p.$$

En intégrant

$$\sigma_r^* = \mathcal{P} \log r + \log C'.$$

Pour déterminer la constante, on fait  $r = r_i$ ; alors  $\sigma_r = -p_i$  donc

$$-p_i = \mathcal{P} \log r_i + \log C'$$

$$\sigma_r^* = \mathcal{P} \log \frac{r}{r_i} - p_i \quad (5)$$

et

$$\sigma_t^* = \mathcal{P} \left( \log \frac{r}{r_i} + 1 \right) - p_i. \quad (6)$$

en région plastique.

Les tensions  $\sigma_r^*$  et  $\sigma_t^*$  sont de signes différents, si  $p_i < \mathcal{P}$ ,  $\sigma_r^*$  étant une compression et  $\sigma_t^*$  une traction. Pour  $p_i = \mathcal{P}$ ,  $(\sigma_t^*)_{r_i} = 0$ ; c'est d'ailleurs un cas limite, car si l'on continuait à augmenter la pression extérieure  $p_i$  au delà de  $\mathcal{P}$ , les tensions  $\sigma_r^*$  et  $\sigma_t^*$  seraient de même signe et les glissements ne se produiraient plus parallèlement au plan I, III étudié. Le réseau orthogonal des lignes de glissement n'apparaîtrait plus, il y aurait une seule famille de rides de glissement (voir L. Baes, *Résistance des matériaux et stabilité des constructions*, chapitre X).

La figure 439 donne les valeurs des tensions  $\sigma_r$  et  $\sigma_t$  en fonction du rayon  $r$ . Les  $\sigma_t$  sont des tractions et les  $\sigma_r$  sont des compressions. A chaque pression extérieure  $p_i$  correspondent une courbe  $\sigma_r$  et une courbe  $\sigma_t$ . Ainsi la courbe MN'Q donne les valeurs de  $\sigma_t$ , lorsque la pression  $p_i$  vaut  $0,8\mathcal{P}$ . La partie MN' correspond à la région plastique, la partie N'Q à la région élastique. Le rayon  $r'$  du cylindre frontière S est représenté par ON et vaut  $1,35 r_i$ .

On constate sur cette figure, que pour une charge  $p_i$  donnée, les distributions des tensions sont différentes dans les deux régions, bien que le réseau des lignes isostatiques reste le même quelle que soit la valeur de la pression  $p_i$ .

#### Calcul du rayon frontière $r'$

Pour calculer le rayon frontière  $r'$ , correspondant à une pression extérieure  $p_i$  donnée, il faut exprimer qu'à la surface de séparation S les valeurs de  $\sigma_r$  et de  $\sigma_t$  sont les mêmes, calculées par

les lois de la plasticité et par celles de l'élasticité. En effet, les points de cette surface appartiennent aussi bien à la région élastique qu'à la région plastique.

On trouve alors facilement que C, la constante des équations (1) et (2) vaut  $\frac{\mathcal{P}}{2} r'^2$

$$\sigma_r = -\frac{\mathcal{P}}{2} \cdot \frac{r'^2}{r^2} \quad (7)$$

donc

$$\sigma_t = +\frac{\mathcal{P}}{2} \cdot \frac{r'^2}{r^2} \quad (8)$$

en région élastique

$$\text{et } p_i = \frac{\mathcal{P}}{2} \left[ 1 + 2 \log \frac{r'}{r_i} \right]. \quad (9)$$

Cette dernière relation permet d'établir la courbe  $p_i = f(r')$  donnée à la figure 438.

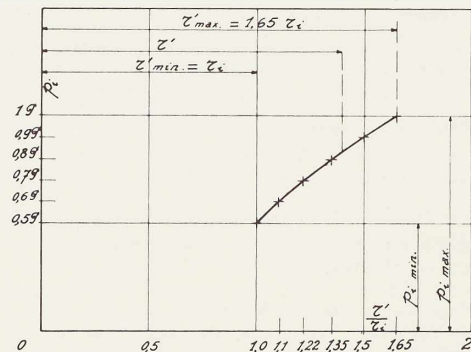
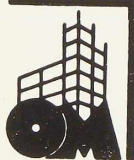


Fig. 438. Variation du rayon  $r'$  en fonction de  $p_i$ .

Il est à remarquer en passant que lorsqu'on atteint le cas limite  $p_i = \mathcal{P}$ , la valeur de  $r'$  est donnée par  $\frac{r'}{r_i} = \sqrt{e} = 1,65$ ,  $e$  étant la base des logarithmes népériens.

Il y a naissance de plasticité à la limite de l'orifice pour  $p_i = 0,5 \mathcal{P} = 0,5 P_i$ . Pour des pressions extérieures moindres, il est évident que la plasticité n'est atteinte en aucun point de la tôle qui reste donc partout élastique.

Ayant les valeurs des tensions du cas, il est intéressant de remarquer qu'on peut également les obtenir par une méthode plus générale décrite dans le chapitre X du cours de résistance des





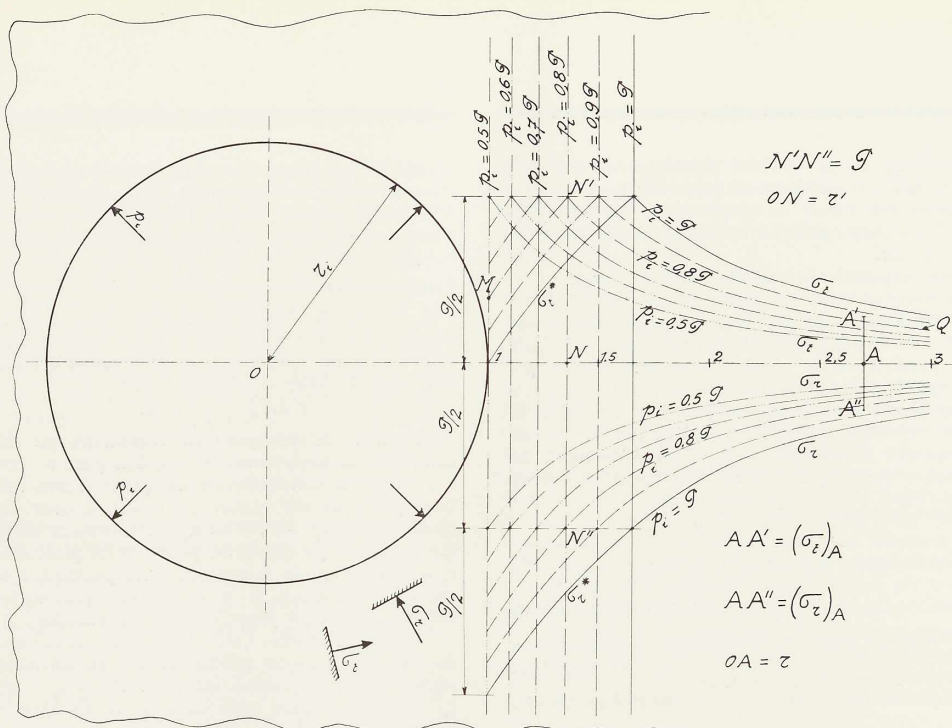


Fig. 439. Valeurs des tensions  $\sigma_r$ ,  $\sigma_r^*$  et  $\sigma_t$ ,  $\sigma_t^*$  en fonction de  $p_i$ .

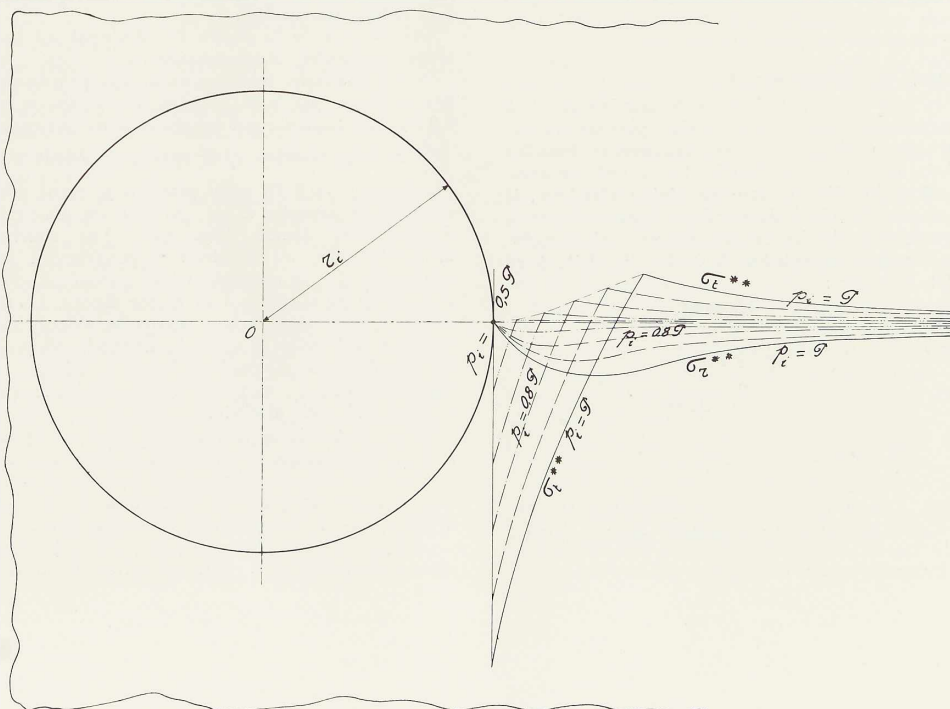


Fig. 440. Valeurs des tensions résiduelles  $\sigma_r^{**}$  et  $\sigma_t^{**}$  en fonction de  $p_i$ .



matériaux et de stabilité des constructions cité plus haut. Il suffit de se baser sur une des propriétés des lignes de glissement. Ces dernières sont connues, puisque le problème est de symétrie axiale.

La propriété en question annonce que :

*Lorsqu'on suit une ligne de glissement déterminée, entre deux points A et B, la variation que subit la tension normale à cette ligne est égale au produit de la constante de plasticité  $\mathcal{P}$  par l'angle (en radians) dont a tourné la tangente à la ligne, en passant du point A au point B. Cet angle est l'angle de contingence de B par rapport à A, relatif à la ligne de glissement. La tension normale à la ligne de glissement a pour valeur en chaque point*

$$\frac{\sigma_I^* + \sigma_{III}^*}{2}$$

Or, la valeur de la tension moyenne  $\frac{\sigma_I^* + \sigma_{III}^*}{2}$

pour  $r = r_r$ , est  $\frac{p_i}{2}$  et la variation de l'angle de contingence peut être facilement calculée le long d'une spirale logarithmique. Donc la valeur de

la tension moyenne  $\frac{\sigma_I^* + \sigma_{III}^*}{2}$  peut être acquise

en tout point de la région plastique. L'hypothèse de plasticité fournit une deuxième équation en  $\sigma_I^*$  et  $\sigma_{III}^*$ . Les valeurs obtenues par cette méthode sont respectivement égales aux valeurs de  $\sigma_r^*$  et de  $\sigma_t^*$  données plus haut.

#### Calcul des déformations

Un problème de résistance de matériaux n'est complètement résolu que si l'on possède les valeurs des tensions et des déformations en tous les points de la matière étudiée. En ce qui concerne le calcul des déformations en région plastique, il n'est pas possible d'obtenir leurs expressions sans faire de nouvelles hypothèses. On pourrait prendre par exemple l'hypothèse de Nádai <sup>(1)</sup>, faite à ce sujet, à savoir :

$$\mu = \nu \quad \text{ou} \quad \mu = \frac{\sigma_{II}^* - \frac{\sigma_I^* + \sigma_{III}^*}{2}}{\sigma_I^* - \sigma_{III}^*}$$

$$\delta_{II}^* = \frac{\delta_I^* + \delta_{III}^*}{2}$$

$$\text{et} \quad \nu = \frac{\delta_{II}^* - \frac{\delta_I^* + \delta_{III}^*}{2}}{\delta_I^* - \delta_{III}^*}$$

Elle permet de calculer les dilatations  $\delta_I^*$ ,  $\delta_{II}^*$ ,  $\delta_{III}^*$  en tout point de la région plastique. Cette

<sup>(1)</sup> Cours cité, Chap. X.

hypothèse est rigoureuse dans des cas de sollicitations simples (traction pure, etc.). Le calcul des déformations n'est pas fait dans la présente étude ayant moins d'importance technique que le calcul des tensions.

#### Tensions rémanentes

Si le tube mandriné venait à être enlevé après mandrinage, il resterait dans la tôle des tensions rémanentes ou résiduelles. Il est *a priori* évident que dans de telles conditions, pour

$$r = r_i, \quad (\sigma_r)_{r_i} = 0.$$

Le calcul de ces tensions résiduelles se fait comme suit, dans le cas de traction pure :

La tension résiduelle en un point d'une matière plastique est donnée en valeur absolue par la différence  $\sigma_e - \mathcal{P}$ ,  $\mathcal{P} = R_e$  est la valeur de la tension correspondante au palier de la plasticité,  $\sigma_e$  est la valeur de la tension correspondant à la même déformation  $\delta$ , si la matière suivait les lois de l'élasticité *jusqu'à* cette déformation.

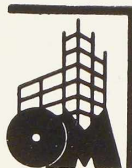
Dans le cas étudié, l'état de tension est un état double, les tensions résiduelles  $\sigma^{**}$  se calculent comme suit, en valeur absolue :  $\sigma^{**} = \sigma_e - \sigma_r^*$ ,  $\sigma_e$  étant la tension que subirait la matière si l'élasticité n'était pas dépassée pour la déformation produite et  $\sigma_r^*$  étant la tension calculée en tenant compte de la plasticité et correspondant à la même déformation.

Les courbes de la figure 440 donnent les tensions résiduelles, ainsi calculées.

Pour calculer les tensions résiduelles provoquées par exemple par une pression extérieure  $p_i = 0,8 \mathcal{P}$ , on commence par amplifier dans le rapport  $\frac{0,8}{0,5}$  les deux courbes  $\sigma_r$  et  $\sigma_t$  correspondant à la pression  $p_i = 0,5 \mathcal{P}$ , cette pression  $p_i$  étant celle à partir de laquelle il est question de plasticité dans le cas étudié (fig. 439). Des courbes ainsi obtenues, on soustrait respectivement les courbes  $\sigma_r$  et  $\sigma_t$  se rapportant à la pression étudiée  $p_i = 0,8 \mathcal{P}$  et données à la même figure. Le résultat de cette soustraction donne les valeurs des tensions résiduelles d'après la méthode adoptée. On constate une discontinuité dans la dérivée de chaque courbe  $\sigma_t$ , se produisant à la limite que la plasticité avait atteinte.

Quelle que soit la valeur de  $p_i$ ,  $\sigma_r^{**} = 0$  pour  $r = r_i$ . Cela signifie que sur une facette tangente à la circonférence de rayon  $r_i$ , c'est-à-dire au trou, il n'y a pas de pression extérieure, ce qui est évident puisque on enlève le tube mandriné.

On remarque de plus que pour  $r = r_i$ , les tensions résiduelles  $\sigma_t^{**}$  sont négatives (compres-





sions), tandis que ces tensions sont positives dans les diagrammes de la figure 439.

Par les équations établies plus haut, on possède les valeurs des tensions  $\sigma_r$  et  $\sigma_{\text{III}}$  en fonction de la pression  $p_i$ , soit pendant le mandrinage, soit quand le tube mandriné est supprimé.

L'état de tension, en tout point de la tôle est donc connu en fonction de cette pression, puisque la connaissance des tensions sur les deux facettes principales entraîne la connaissance des tensions sur toutes les autres facettes (Méthode de Mohr).

Il reste à évaluer cette pression  $p_i$  qui intervient dans les équations et il n'est pas possible de le faire sans procéder à des mesures.

#### Mesures pour la détermination expérimentale de la pression extérieure $p_i$

On sait que le mandrinage se fait avec un outil, appelé *mandrin* ou *dudgeon*, comprenant un corps cylindrique dans lequel trois logements contiennent chacun un galet.

Une broche légèrement conique vient s'engager entre les galets et les force à s'écarter de façon à presser contre la paroi intérieure du tube et à provoquer la pression supposée uniforme sur la tôle.

Suivant que l'extrémité du tube est accessible ou non, le mandrinage se fait par l'extérieur ou par l'intérieur.

Les galets sont cylindriques ou coniques suivant le mode de mandrinage.

L'opération se termine par l'exécution d'un évasement de l'extrémité du tube, ayant pour but de rendre l'assemblage plus résistant, plus rigide et plus étanche.

Les aciers de la tôle et du tube sont de nuances comparables, celui du tube étant généralement plus doux pour la facilité des opérations qui viennent d'être décrites.

L'ajustage du tube dans l'orifice se fait sans trop grand jeu, pour ne pas imposer à ce premier une déformation permanente exagérée.

De la description de l'opération de mandrinage qui précède, il en résulte qu'il n'est pas aisé d'évaluer la valeur de la pression  $p_i$  intervenant dans les calculs et les diagrammes. Par contre on connaît la valeur de la tension  $\mathcal{P}$  qui, dans un diagramme de traction simple, correspond au palier (limite apparente d'élasticité).

Pour une pression  $p_i$  inconnue, agissant à un certain moment donné, il faut pouvoir donner les valeurs des tensions  $\sigma_r$  et  $\sigma_t$  en tout point de la tôle. Pour arriver à ce résultat, il suffit de

placer en région élastique, en un point quelconque, soit le point A, un extensomètre permettant de calculer  $\sigma_t = -\sigma_r$ . Ayant la valeur de ces tensions on reporte sur la figure 439 le point A et les valeurs de  $\sigma_r$  et  $\sigma_t$ .

Par interpolation on détermine à quelle pression  $p_i$  correspondent ces tensions. Connaissant la pression  $p_i$ , on peut déterminer par les formules (5), (6), (7) et (8) les valeurs des tensions  $\sigma_r$  et  $\sigma_t$  en tout point de la tôle.

En ce qui concerne le placement des extensomètres, il est nécessaire que ces appareils mesurent une dilatation entre deux points situés sur une isostatique  $s_{\text{III}}$ , c'est-à-dire suivant une circonférence et non pas sur une isostatique  $s_I$ . En effet le long d'une isostatique  $s_{\text{III}}$  la dilatation est uniforme et elle ne l'est pas le long de  $s_I$ . Les extensomètres permettent de suivre les dilatations que subit la matière en cours de mandrinage. Par les lois de l'élasticité, on en déduit les tensions connaissant le module de l'élasticité de cette matière. Il est donc important de placer ces appareils en région élastique, c'est-à-dire suffisamment loin du tube mandriné, puisque les mêmes lois ne sont pas applicables dans le domaine de la plasticité.

#### Bibliographie

- A. et L. FÖPPL. *Drang und Zwang*. Erster Band. München und Berlin, 1924.
- L. BAES. *Résistance des matériaux et stabilité des constructions*. Tome I. Bruxelles, Lamartin 1934.
- A. NÁDAI. *Plasticity*. New-York and London, Mac Graw-Hill 1931.
- Revue Technique Sulzer*. N° 3, 1933. Winterthur (Suisse). *Sollicitation de la tôle des corps de chaudières*.
- La Chaufferie*. Août 1933. N° 27. Bruxelles. Bulletin Technique de la Construction de Matériel Technique. *Considérations sur le mandrinage des tubes de chaudières aqualubulaires*, par M. V. KAMMERER.
- L. BAES et L. VANDEPERRE. *Contribution à l'étude de la déformation en un point d'un milieu matériel*. *Extensomètre Hüggenberger*. Bruxelles. Van Buggenhoudt. (Extrait du *Bulletin de la Société Belge des Ingénieurs et Industriels*, t. IX, n°s 3 et 10, 1929).
- L. BAES et L. BLANJEAN. *Calcul des enveloppes cylindriques soumises à de fortes différences de pressions*. (*Revue de l'Ecole Polytechnique de Bruxelles*, 1933-1934).
- L. BAES. *Les principes de la plasticité parfaite appliqués aux calculs de la résistance des matériaux* (*Ossature Métallique*, n° 6, juin 1934).





---

## Le Congrès International Annuel des Centres d'Information de l'Acier

Londres, 20-23 juin 1934

A l'invitation de la British Steelwork Association, les Centres d'information de l'acier des principaux pays du monde ont tenu cette année leur Congrès annuel à Londres <sup>(1)</sup>. Neuf pays étaient représentés : l'Allemagne, la Belgique, les Etats-Unis d'Amérique, la France, la Grande-Bretagne, la Hollande, l'Italie, la Pologne et la Tchéco-Slovaquie. Les rapports qui furent présentés, et dont on trouvera le résumé dans les pages qui vont suivre, indiquent l'importance de l'activité scientifique déployée par l'industrie sidérurgique dans les principaux pays du monde.

Tous les Centres d'information de l'acier étant essentiellement des organismes sans but lucratif, étrangers aux luttes commerciales, la concurrence internationale n'est pas pour eux une cause d'opposition. C'est dans une collaboration étroite et fructueuse qu'ils coordonnent leurs efforts, dirigés vers les mêmes objectifs. Leur troisième Congrès qui vient de se clôturer a contribué de la façon la plus efficace à resserrer cette collaboration.

L'abondance des matières nous oblige à reporter dans nos prochains numéros la publication des résumés des conférences techniques constituant la partie officielle du 3<sup>me</sup> Congrès International pour le Développement de l'Acier.

### Les rapports présentés par les Centres d'Information

1. La Beratungsstelle für Stahlverwendung, de Düsseldorf, constate avec satisfaction la reprise industrielle qui s'est manifestée en Allemagne au cours de ces derniers mois.

L'Office allemand a porté ses activités principales dans les domaines suivants :

a) Collaboration avec les milieux scientifiques, techniques et de l'enseignement en vue, soit d'approfondir l'étude de certains problèmes relatifs à des applications de l'acier, soit de faire connaître des résultats acquis ;

b) Participation active aux Foires et aux Expositions : Foires de Leipzig, Exposition du Travail allemand à Berlin (avril-juin 1934), Exposition générale de l'Agriculture à Erfurt, Exposition du Bâtiment à Hambourg, Exposition de la Construction de la Route à Munich, etc.

c) Publications faites dans la presse technique et dans les journaux quotidiens : Une chronique intitulée « Stahlkorrespondenz » est adressée régulièrement par l'Office allemand aux journaux et aux revues techniques, qui en extraient des articles intéressant leurs lecteurs ; l'Office allemand

fournit à la presse des photographies pour illustrer ces articles. A certaines occasions, par exemple lors des Expositions et des Foires, des annonces publicitaires sont insérées dans les journaux et dans les périodiques ;

d) Six brochures sont venues s'ajouter à la collection STAHL UBERALL éditée par la Beratungsstelle für Stahlverwendung. Citons notamment :

*L'acier au service de la santé (mobilier métallique) ;*

*Les profilés dans la construction métallique ;*  
*Historique de l'industrie sidérurgique allemande ;*

*Les procédés modernes d'élaboration de l'acier.*

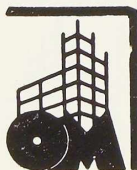
e) De nouvelles applications de l'acier ont été étudiées et des démarches ont été entreprises auprès des industriels pour les intéresser à ces marchés nouveaux. Signalons : les routes en grillage d'acier <sup>(1)</sup>, les couvertures en acier pour toitures, les serres, les plaques ou panneaux de revêtement en tôle d'acier, etc.

L'INDUSTRIE DU BÂTIMENT EN ALLEMAGNE. La politique du « retour à la terre » des populations urbaines a eu pour effet d'arrêter presque totalement la construction de grands immeubles à

<sup>(1)</sup> Un compte rendu du premier Congrès International des Centres d'Information de l'Acier, tenu à Paris en 1932, a paru dans l'Ossature Métallique, n° 3, 1932, p. 77.

Le deuxième Congrès International des Centres d'Information de l'Acier se tint à Düsseldorf en 1933. L'Ossature Métallique a publié un compte rendu de cette réunion dans son n° 4, 1933, p. 193.

<sup>(1)</sup> Voir l'Ossature Métallique, n° 5, 1933, pp. 234-237.





appartements dans les villes. Bien que les bâtiments industriels fassent exception à cette règle, le nombre de constructions nouvelles a été extrêmement réduit par rapport à la moyenne des années précédentes. Le rapport constate avec satisfaction que la proportion de ces bâtiments construits en ossature métallique est en augmentation, probablement à cause des progrès réalisés dans les détails techniques et en particulier dans la soudure.

Le manque d'activité dans la construction d'immeubles d'habitation et de bâtiments industriels est heureusement contre-balancé par l'importance des travaux de transformations (aménagement d'appartements dans d'anciennes maisons particulières, transformations de magasins) et par les mesures adoptées par la *Protection Civile contre les Attaques Aériennes* qui ont considérablement contribué à augmenter la consommation d'aciers laminés.

**L'ACIER DANS LES TRAVAUX DES MINES.** L'utilisation de l'acier a encore gagné du terrain dans les mines. Le progrès dans ce domaine est dû à la *sécurité*. Cette importante qualité de l'acier a été mise en lumière de façon péremptoire dans plusieurs accidents récents, ensuite de quoi les autorités ont adopté une attitude de plus en plus sympathique en faveur des soutènements métalliques. De nouveaux types d'étaçons en acier ont été imaginés qui possèdent une supériorité considérable sur les étaçons en bois.

**CONSTRUCTION DES NAVIRES.** Des études sont en cours pour accroître les emplois de l'acier pour tous les équipements intérieurs des navires. Des cabines tout-acier ont été installées à titre d'essai sur certains grands paquebots.

**MATÉRIEL ROULANT DES CHEMINS DE FER.** L'augmentation de la vitesse des trains et la réduction de la longueur des convois ont conduit à l'allègement de la construction des voitures métalliques. La soudure a fortement contribué à la bonne solution de ce problème. Signalons l'introduction des planchers en tôle d'acier dans les voitures-restaurants et les voitures-lits.

**LES CONTAINERS.** Le transport par containers continue à se développer. Outre les anciens grands modèles, de petits containers viennent d'être mis en service et ont été favorablement accueillis. Ce domaine des petits containers ouvre un marché nouveau pour la construction en acier.

**LES AUTOMOBILES.** L'Office allemand a travaillé en collaboration avec les ateliers d'emboutissage

à la mise au point de la fabrication des carrosseries tout-acier. A l'heure actuelle, en Allemagne, plusieurs firmes déjà construisent en série des carrosseries tout acier.

**LA CONSTRUCTION DES ROUTES.** Les routes en grillage d'acier semblent appelées à se développer ; les résultats obtenus en Pologne et en Tchécoslovaquie confirment cet espoir. D'autres méthodes de revêtement et d'armature en acier pour les routes ont été récemment imaginées mais sont encore au stade des essais.

**AGRICULTURE.** On assiste à de rapides progrès dans les emplois de l'acier à la ferme, tant pour les outils et les machines, que pour les charrettes et les roues, les hangars agricoles et les couvertures en acier pour toitures.

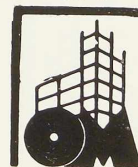
**MOBILIER MÉTALLIQUE.** Le développement de ce marché serait considérablement plus grand si les brevets couvrant les modèles, en empêchant le jeu d'une libre concurrence, ne maintenaient les prix à des niveaux trop élevés. Le mobilier en acier a entièrement conquis, en Allemagne, l'automobile, l'autobus et le tramway.

**2. Le Centre belgo-luxembourgeois d'Information de l'Acier** a insisté sur le côté scientifique de son travail. Il est le représentant de l'industrie sidérurgique belgo-luxembourgeoise dans les associations scientifiques nationales et internationales et apporte une contribution active à l'étude des questions relatives à l'acier inscrites aux programmes de ces groupements.

Les problèmes qui font principalement l'objet des études actuelles du Centre belgo-luxembourgeois d'Information de l'Acier sont :

- a) *La révision des règlements relatifs à la construction en acier ;*
- b) *La protection de l'acier contre la corrosion ;*
- c) *La simplification des qualités des aciers de construction et la réduction du nombre des profilés couramment laminés ;*
- d) *L'action du vent sur les constructions ;*
- e) *L'acier dans la construction et l'équipement des logis.*

Le Centre belgo-luxembourgeois d'Information de l'Acier a terminé son rapport en signalant le succès de la publication de sa revue mensuelle *L'Ossature Métallique*. L'influence prise par cette revue générale des applications de l'acier s'affirme de plus en plus. L'intérêt que l'étranger marque à cette publication se traduit par le nombre important d'abonnements qu'il lui souscrit.





3. L'American Institute of Steel Construction de New-York constate dans son rapport que l'industrie de la construction métallique a connu de grandes difficultés au cours de l'année écoulée. Les tonnages de production sont tombés en dessous du tiers de la moyenne des années 1928-1931. En même temps les prix se sont effondrés, car la concurrence s'est faite de plus en plus âpre à mesure que le volume des commandes se contractait.

Le centre américain a consacré une grande partie de son activité à chercher à améliorer les conditions économiques de l'industrie sidérurgique.

Le rapport signale la publication d'une nouvelle édition, mise en conformité avec les nouveaux programmes de laminage des acières, de son *Manuel de la Construction en Acier* (1).

Dans le domaine des tôles d'acier, les travaux des techniciens ont apporté des solutions fort intéressantes au problème de la résistance des tôles aux efforts de compression. Ces solutions, basées sur la disposition rationnelle de nervures ou sur l'emploi de formes en caissons, ont ouvert de vastes débouchés pour l'acier dans la construction des avions, des automobiles, des voitures de chemins de fer, des murs, cloisons et planchers pour les maisons d'habitation, enfin, dans la construction des meubles et des appareils ménagers.

A l'heure actuelle, la surface de planchers d'appartements vides dans les gratte-ciel est triple de ce qu'elle était en période normale et l'on prévoit qu'aucun gratte-ciel ne sera plus construit d'ici plusieurs années. Le rendement financier des gratte-ciel était basé sur le prix élevé des terrains dans les centres congestionnés des grandes villes, ainsi que sur les prix élevés des loyers. La crise ayant atteint tout particulièrement les firmes commerciales et industrielles, seules locataires des gratte-ciel, les bases du calcul de rentabilité de ces immeubles ont été bouleversées. Il a cependant été démontré que les gratte-ciel sont moins affectés par la crise que les immeubles plus anciens et moins élevés qui ne furent pas construits en vue du maximum de rendement financier.

L'avenir immédiat semble réserver un marché important, aux Etats-Unis, dans la construction d'immeubles de 6 à 8 étages. Leur ossature en acier, leurs planchers en acier, leurs fenêtres métalliques, leurs armoires encastrées en acier, l'em-

ploi généralisé de métal déployé et de treillis métallique permettrait de réduire le devis de la construction et de fixer les loyers à des prix abordables.

Le rapport signale enfin le développement pris aux Etats-Unis par la soudure et les progrès récemment réalisés grâce notamment à la généralisation de l'emploi des électrodes enrobées.

La soudure s'emploie de plus en plus pour la construction des machines de toutes espèces : des aciers laminés sont découpés avec la plus grande précision au chalumeau puis assemblés par soudure. On estime que le tonnage d'acier laminé qui sera absorbé annuellement dans ce seul domaine d'application pourra atteindre 3 à 5 millions de tonnes.

4. L'Office Technique pour l'Utilisation de l'Acier, Paris. Les activités de cet organisme se partagent entre les 3 produits : *acier, fer blanc et tôles galvanisées.*

DANS LE DOMAINE DE L'ACIER, signalons :

1° *L'acier dans le bâtiment :*

a) Avantages de l'ossature métallique dans la construction urbaine (conférences, un film cinématographique, un concours, une brochure, un livre);

b) Avantages des portes, fenêtres et cloisons en acier (conférences, une brochure, un stand d'exposition dans les foires);

c) Etude des matériaux de remplissage (planchers, murs, cloisons, toitures) utilisant systématiquement l'acier et qui peuvent être mis en œuvre en un temps réduit ;

d) Avantages des maisons tout acier (conférences, un film);

e) Etude d'un grand palais des expositions en acier (un concours, une exposition).

2° *L'acier dans les travaux publics :*

a) Avantages des ponts métalliques à grande portée (conférences, 2 films, une brochure);

b) Avantages des palplanches métalliques (une brochure);

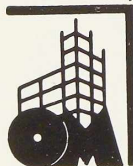
c) Etude des routes en acier (brochure en cours de rédaction);

d) Etude de l'acier enrobé de ciment (une brochure);

e) Etude des caniveaux routiers en tôle d'acier (une brochure);

f) Etude des peintures anti-rouille (essais);

g) Etude de la corrosion de l'acier (un programme d'essais);





h) Etude de la soudure des charpentes métalliques (un livre);

i) Etude des cloisons métalliques pour les navires (essais, une exposition).

3° *L'acier dans l'agriculture.*

Les avantages de l'acier à la ferme (conférences, un film).

DANS LE DOMAINE DU FER BLANC.

1° Création d'un Comité Interfédéral des conserves alimentaires;

2° Le fer blanc et le lait (une brochure);

3° Le fer blanc et le tabac (essais);

4° L'impression sur fer blanc (une étude).

DANS LE DOMAINE DES TôLES GALVANISÉES :

Les avantages des tôles galvanisées dans les installations agricoles (une brochure, un stand destiné aux foires).

5. **La British Steelwork Association, de Londres,** rapporte qu'elle a continué comme par le passé à fournir aux architectes et aux ingénieurs, aux propriétaires et aux autorités locales une documentation des plus complètes sur les questions les plus variées se rapportant à l'emploi de l'acier dans la construction des bâtiments et des ponts. Le monde de la construction s'adresse de plus en plus à l'Association anglaise, preuve que l'on connaît et apprécie davantage ses services.

**BROCHURES.** Différentes brochures consacrées chacune à un sujet déterminé ont été éditées par la British Steelwork Association et adressées aux principaux architectes, ingénieurs, ainsi qu'aux administrations et aux sociétés intéressées.

**PUBLICITÉ.** Des campagnes de publicité sont faites dans les revues techniques et dans les revues d'architecture. On en a cependant récemment quelque peu restreint l'étendue.

**TABLEAUX DES PROFILÉS.** L'Association a publié à l'usage de ses membres des tableaux complets donnant toutes les caractéristiques géométriques et mécaniques des profilés simples et composés établis pour les cas d'emploi les plus courants.

**LE DÉPARTEMENT DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIELLE.** Le second rapport de cet organisme vient d'être publié. Signalons comme particulièrement importants les chapitres relatifs à la longueur effective des colonnes et aux résultats des essais à grande échelle poursuivis sur les ossatures métalliques du Musée de Géologie et de l'Hôtel Cumberland à Londres. Les conclu-

sions de ces travaux serviront de base aux nouvelles spécifications qui seront introduites dans le nouveau *Règlement Standard Britannique pour l'Emploi de l'Acier dans les Bâtiments.*

A la demande de la British Steelwork Association, le Département de la Recherche Scientifique et Industrielle a entrepris d'étudier les problèmes relatifs à la construction des ponts à poutres continues, notamment l'influence des tassements des appuis. Les conclusions de ce travail mettront sans doute en lumière les économies qui peuvent être réalisées par l'adoption plus généralisée de constructions du type hyperstatique.

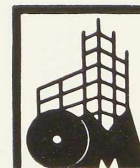
**COMMISSION D'ÉTUDE DU PROBLÈME DE L'HABITATION À BON MARCHÉ.** La suppression des laudis retient de plus en plus l'attention des pouvoirs publics. La British Steelwork Association a mis à l'étude, en collaboration avec les *Imperial Chemical Industries Ltd*, la question de l'emploi des ossatures métalliques pour la construction des habitations à bon marché.

Considérant que l'économie dans ce mode de construction ne peut provenir que de la standardisation des matériaux de remplissage, la Commission a invité de nombreux fabricants de matériaux de construction à participer à ses travaux. Le premier rapport de cette Commission vient d'être publié et permet d'augurer favorablement de ses résultats futurs.

**COMMISSION DE LA CORROSION.** Le second Rapport, indiquant l'avancement des travaux de cette Commission, vient d'être publié. Il n'est pas douteux que l'étude théorique et expérimentale systématique qui a été entreprise par cette Commission conduira à une meilleure connaissance du problème de la corrosion des constructions en acier et permettra d'indiquer les moyens de diminuer, sinon même d'empêcher complètement la corrosion.

**PONTS EN ACIER.** La propagande en faveur de la construction des ponts en acier, commencée en 1930, a été activement poursuivie. Les mesures d'économies prises par le Gouvernement ont arrêté momentanément les projets de reconstruction des quelques milliers de ponts trop faibles ou ne répondant plus aux nécessités du trafic, existant dans le pays.

La British Steelwork Association a été active auprès des Services techniques des Comtés et des Villes en se mettant à leur disposition pour l'étude des ponts dont ils ont à s'occuper. Plus de 70 projets de ponts ont été dressés par l'Asso-





ciation depuis le début de son activité dans ce domaine.

SPÉCIFICATION STANDARD BRITANNIQUE POUR LES PONTS À POUTRES. La question de l'augmentation des tensions admissibles dans les ponts métalliques est à l'étude depuis deux ans à la *British Standards Institution*. Un addendum au Règlement Standard n° 153 vient d'être publié qui relève de 8 à 9 tonnes par pouce carré (de 12,6 à 14,2 kg par mm<sup>2</sup>) la tension de base admissible en traction, et relève proportionnellement les autres tensions admissibles.

L'emploi d'*aciers à haute résistance* a pris de plus en plus d'importance dans la construction des ponts. Un règlement standard britannique vient d'être publié sur cette question.

#### 6. Le Voorlichtingsbureau voor Staal, La Haye.

L'activité de cet organisme s'est surtout manifestée par des conférences dans des Ecoles techniques et devant des Associations d'Architectes. Une documentation aussi complète que possible est fournie aux architectes et aux constructeurs afin de les aider à dégager les solutions les meilleures et les plus économiques pour les problèmes qu'ils ont à résoudre.

M. E. A. Van Genderen Stort, directeur du Voorlichtingsbureau, suggère que les Centres d'Information de l'Acier s'entendent avec le Bureau International de Documentation de l'Acier :

1° Pour organiser des échanges de conférenciers ;

2° Pour préparer un historique de la construction en acier ;

3° Pour fournir toute documentation utile en vue de la publication d'une brochure de propagande pour la construction métallique.

7. L'Associazione Nazionale Fascista fra gli Industriali Metallurgici Italiani insiste particulièrement dans son rapport sur son activité dans le domaine des *ossatures en acier*. Elle signale l'intérêt qu'a suscité sa participation à l'*Exposition Internationale des Arts décoratifs et industriels et de l'Architecture moderne* à Milan (1933). Deux immeubles à ossature métallique, l'une rivée, l'autre soudée, y furent montrés où l'on pouvait voir les différents stades de la construction et l'aspect fini de certaines pièces. De plus, une maison d'habitation en acier du système Fillod était exposée par la firme qui a acquis l'exploitation de ce brevet pour l'Italie.

Le professeur Ferrari, Directeur de l'Association italienne signala que l'on construit actuelle-

ment à Turin un immeuble à ossature métallique de 19 étages, ayant 87 mètres de hauteur. Ce bâtiment se classera immédiatement après le gratte-ciel d'Anvers (de 26 étages) parmi les bâtiments les plus hauts d'Europe.

L'Association italienne s'attache à l'étude des matériaux de remplissage, convaincue que le succès de la construction à ossature en acier dépend principalement des progrès qui seront réalisés dans ce domaine. Elle annonce d'autre part la publication prochaine d'un *manuel* simple et pratique destiné aux projeteurs, constructeurs et monteurs de constructions en acier.

Afin de dégager les meilleures solutions, basées sur l'emploi de l'acier, dans la construction des bâtiments devant résister aux tremblements de terre, un concours a été organisé par l'Association italienne. Ce concours sera bientôt clôturé et ses résultats recevront une large publicité.

Mentionnons parmi les autres champs d'activité du Centre italien :

*Les meubles métalliques ;*

*Les menuiseries (portes et fenêtres) en acier ;*

*L'acier dans les routes* (revêtements métalliques ou semi-métalliques, armatures en acier des routes en béton, bordures en acier, etc.) ;

*Les poteaux pour lignes télégraphiques et téléphoniques ;*

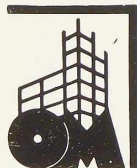
*Les constructions agricoles, silos en acier, hangars, machines, etc.*

L'Association italienne fait connaître les résultats de ses travaux par la publication de petites monographies, consacrées chacune à un sujet déterminé. En outre elle publie des articles dans la presse technique et dans les journaux quotidiens.

Le rapport signale pour terminer que, tandis que la production des autres matériaux de construction est restée à peu près stationnaire en Italie, la production des lingots d'acier a augmenté en 1933 de 27 % par rapport à l'année 1932.

8. Le « Poradnia Stosowania Zelaza », Katowice (Syndicat des Forges polonaises). Parmi les questions dont cet organisme s'est principalement occupé, mentionnons : les *charpentes métalliques*, les *ponts en acier*, les *élançons métalliques pour les mines*, les *traverses en acier pour voies ferrées*, les *containers*, le *fer blanc* et la *soudure électrique*.

Le rapport signale la constitution auprès du Syndicat des Forges Polonaises, d'un *Conseil Supérieur de l'Acier* composé de professeurs, de





délégués des pouvoirs publics et de délégués des usines sidérurgiques. Le Conseil se basera sur les travaux des commissions spéciales chargées de l'étude des problèmes suivants : législation technique, enseignement technique, rationalisation des programmes de laminage, construction des ponts et des charpentes, emplois de l'acier dans le matériel des chemins de fer. On espère que la collaboration étroite entre les représentants de la science et de l'industrie au sein du Conseil donnera les meilleurs résultats.

L'Office polonais s'intéresse beaucoup à la soudure électrique qui ouvre de nouvelles possibilités d'applications à l'acier et en élargit ainsi les débouchés.

Grâce à l'initiative de l'Office polonais, un tronçon de route à revêtement en grillage d'acier fut construit à titre d'essai près de la ville de Królewska Huta. Les bons résultats obtenus permettent d'espérer que l'acier trouvera de ce côté un nouveau débouché.

En vue de coordonner les activités commerciales des Ateliers de Construction de charpentes métalliques, un Bureau Central de Vente a été créé sous les auspices du Syndicat. Le but de ce Bureau est de faciliter les affaires suivies par les

Ateliers de Construction qui luttent âprement contre la concurrence du bois et du ciment.

Le rapport se termine par un appel à la collaboration de tous les Centres d'information de l'acier en vue de rendre les règlements régissant la construction métallique dans les différents pays mieux adaptés à la qualité des aciers actuellement produits et plus conformes aux progrès réalisés dans le calcul, la construction et l'érection des ouvrages en acier.

9. Le Centre tchécoslovaque de propagande pour l'Acier rapporte que la crise économique a incité les usines à rechercher de nouveaux débouchés en mettant au point de nouvelles fabrications. Il cite notamment le développement de la fabrication des jouets en acier dans le Nord de la Bohême ainsi que la fabrication des patins à glace.

Le Centre tchécoslovaque a fourni de la documentation pour prouver la supériorité de la construction en acier, notamment dans le cas de ponts et de bâtiments à ossature. Son intervention dans plusieurs cas a été suivie de l'adoption du système métallique préconisé.

## Résolutions prises par les Centres d'Information de l'Acier à l'issue du congrès de Londres

### I. Surcharges et tensions admissibles

Considérant que la construction en acier se trouve fréquemment contrecarrée par des prescriptions désuètes inscrites dans les règlements en vigueur ;

Il convient de diriger les efforts, dans tous les pays, vers la modification de ces prescriptions, notamment dans le sens 1<sup>o</sup> d'une réduction des surcharges à des valeurs plus voisines de la réalité, et 2<sup>o</sup> de l'augmentation des tensions admissibles, en sorte que les coefficients de sécurité ne soient pas inutilement exagérés. Il convient de veiller en particulier à ce que les conditions imposées pour le calcul des constructions en acier ne soient pas plus sévères que celles admises pour les autres matériaux.

### II. Matériaux de remplissage pour bâtiments à ossature en acier

Considérant que le devis d'un bâtiment à ossature métallique est généralement constitué pour plus de 90 pour cent par les matériaux autres que l'acier ;

C'est sur ces matériaux, notamment les plan-

chers, les murs, les cloisons, les toitures, ainsi que les revêtements extérieurs et intérieurs, que les efforts doivent porter, en vue de faire apparaître les solutions les meilleures et les plus économiques de ce problème.

### III. Valeurs à admettre pour la pression du vent

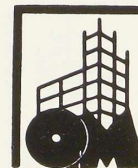
Les effets de la pression du vent sont relativement plus importants sur les constructions en acier que sur des ouvrages construits en matériaux plus lourds.

On cherchera à susciter dans chaque pays des essais méthodiques en vue de mieux connaître l'action du vent sur les constructions. Les résultats de ces essais seront transmis au Bureau International de Documentation de l'Acier qui en informera chacun des Centres affiliés.

### IV. Protection contre la corrosion

Il est de première importance pour le développement de la construction en acier que le problème de la protection contre la corrosion soit plus complètement résolu.

On s'efforcera de développer l'étude théorique





et pratique de cette question dans tous les pays. Les Centres d'information de l'acier tiendront le Bureau International de Documentation de l'Acier au courant des résultats obtenus dans leurs pays respectifs.

#### V. Réduction du nombre des profils couramment laminés par les aciéries.

La livraison des commandes par les laminoirs sera d'autant plus rapide que la variété des profils commandés sera moindre. Dans de nombreux pays déjà des listes standard comprenant un nombre restreint de profilés ont été élaborées.

Les efforts des Centres d'information de l'acier tendront à mettre ces listes autant que possible en concordance d'un pays à l'autre, dans le but

d'arriver à une *standardisation internationale des profilés*.

\*  
\*\*

Les autres résolutions prises à l'issue du Congrès de Londres concernent l'intensification et l'extension de la collaboration des Centres d'information de l'acier au Bureau International de Documentation de l'Acier établi à La Haye.

\*  
\*\*

Répondant à l'invitation du Centre belgo-luxembourgeois d'Information de l'Acier, les délégués des différents pays décidèrent de tenir leur prochain Congrès à Bruxelles, en juin 1935.

## CHRONIQUE

### Le marché de l'acier pendant le mois de juin 1934.

#### Allure générale

On peut dire que l'ampleur des transactions pendant le mois de juin a été très irrégulière : alors qu'en aciers marchands, les commandes se sont maintenues au niveau du mois de mai, on a pu remarquer un léger fléchissement en demi-produits et profilés. Le marché des tôles a laissé fortement à désirer.

Les transactions avec l'Argentine, l'Egypte, la Palestine et la Syrie, se sont améliorées au début du mois. Les pays nordiques ont prêté de leur côté une attention très soutenue au marché. Toutefois, les affaires avec le Japon, qui s'était bien couvert en tôles et demi-produits, ont été un peu plus calmes.

Les Russes ont passé des commandes de l'ordre de 35.000 tonnes, notamment en tôles fortes, larges plats, bandes à tubes et aciers marchands.

Les prix n'ont pas été modifiés pendant la période envisagée, sauf pour le Maroc français, destination pour laquelle on a fixé le prix des aciers marchands à £ 3.1.6 or.

Le marché des *demi-produits* a été satisfaisant au début du mois. L'Italie, la Roumanie, les pays nordiques et le Japon étaient sur le marché. L'Angleterre qui avait suspendu momentanément toute commande est revenue partiellement au marché. Le marché d'exportation a été bon en général et le marché intérieur, qui était

un peu plus faible au début du mois, s'est ressaisi ensuite.

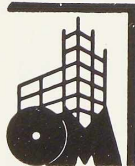
La situation du marché des *produits finis* a été assez favorable au début de juin. Les prix des laminés à destination de l'Angleterre ont été fixés à £ 4.10 papier ; les grosses cornières de 6" et plus, les petits fers U et petites poutrelles cotaient £ 4.11.6 papier. Les commandes en feuillards à chaud sont rentrées très régulièrement pour des délais de livraison de 6 à 8 semaines. L'Entente Internationale des Feuillards et Bandes à Tubes a exporté 33.391.007 kg pendant le mois de juin. La demande a été sensiblement meilleure en feuillards à froid. Le marché a gardé en général une allure satisfaisante pendant le mois, excepté en profilés où la demande a été moins bonne qu'en mai.

En tôles, l'attention ne s'est portée qu'aux fines dimensions. L'insuffisance de demande en tôles fortes a toutefois été quelque peu compensée par des commandes russes.

Le marché des *fils et treillis* est resté très calme par continuation. Le marché d'exportation a été fâcheusement influencé par la concurrence japonaise.

#### Cartels et comptoirs

Le Cartel international des rails a tenu sa réunion trimestrielle à Londres. Il a décidé de ne pas modifier ses prix officiels, avec ce correctif cependant qu'ils seront adaptés à la concurrence





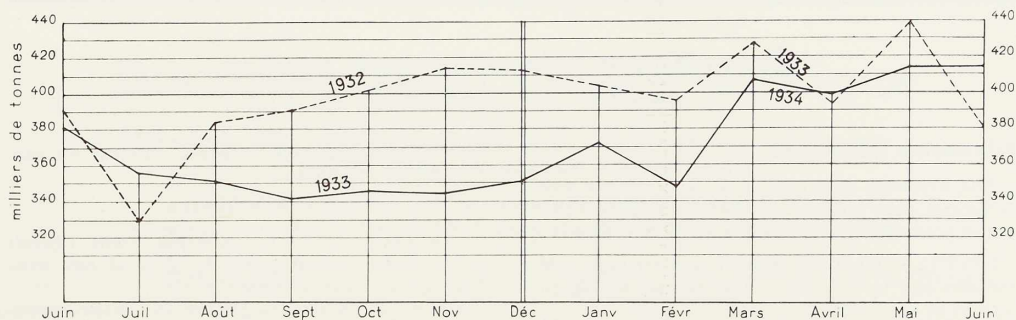


Fig. 441. Production mensuelle des aciéries belges et luxembourgeoises depuis Juin 1932 jusqu'en Juin 1934.

étrangère, celle de la Pologne notamment, ce qui en fait, équivalait dans la majorité des cas, à une réduction.

Le Comité de Direction du Cartel international de l'acier s'est également réuni et a fixé à 525.000 tonnes, soit au même chiffre que précédemment, le tonnage programme du troisième trimestre de 1934.

Il a été pris connaissance officiellement, d'autre part, de la constitution du Comptoir international des poutrelles à larges ailes. Des arrangements ont été pris entre ce Comptoir et celui des poutrelles ordinaires aux fins d'adaptation réciproque des prix.

Enfin, il a été indiqué que les négociations en vue de la constitution du Comptoir international des tôles fines allaient pouvoir entrer dans la phase de réalisation. Cette entente s'appliquerait aux tôles galvanisées, laissées, jusqu'à présent, en dehors de l'organisation.

Au cours de la réunion, les négociations se sont poursuivies avec la Tchécoslovaquie, en vue de sa participation au Cartel de l'acier. Du côté anglais,

on a déclaré que l'organisation intérieure n'était pas encore assez poussée pour entamer utilement des pourparlers avec le Continent.

Les pourparlers qui ont eu lieu à Paris entre le Comité des frets et les représentants de la Conférence de l'Extrême-Orient permettront sans doute d'aboutir à un accord en juillet.

#### Production d'acier brut en tonnes

La production du mois de juin 1934 s'est élevée à 413.925 tonnes dont 248.637 tonnes pour la Belgique et 165.288 tonnes pour le Luxembourg.

#### Exposition publique d'architecture

La Société Centrale d'Architecture de Belgique organise, du 14 juillet au 1<sup>er</sup> août 1934, au « Cercle Artistique et Littéraire de Bruxelles », 5, rue de la Loi, l'exposition publique des projets primés au concours de Jette et de la plupart des projets présentés au concours de Jambes.

#### A PARAÎTRE dans les prochains numéros de l'Ossature Métallique :

Les ponts de Schooten sur le Canal Albert, par A. Braeckman et A. Van Gaver, ingénieurs.

Le pont C d'Hérenthals sur le Canal Albert, le premier pont entièrement soudé construit en Belgique, par A. Spoliansky, ingénieur.

La théorie et la recherche expérimentale en construction métallique, par F. Bleich, docteur-ingénieur à Vienne.

Le bâtiment à ossature métallique de la Société des Huiles De Cavel et Roegers à Gand.

Renforcement d'un chevalet à la mine Wujek en Pologne, par St. Bryla, docteur-ingénieur.

Application de la plasticité au calcul des systèmes hyperstatiques, par J. Verdeyen, ingénieur.

Etc...





## Ouvrages récemment parus

dans le domaine des applications de l'acier

### Palplanches métalliques

Une brochure de 60 pages de  $27 \times 21$  cm avec 86 figures dans le texte, publiée par l'Office Technique pour l'Utilisation de l'Acier, Paris, 1934.

L'O.T.U.A. vient de publier un ouvrage très complet sur la palplanche métallique, ses applications et son calcul.

Après une étude rapide des différents systèmes de palplanches utilisés autrefois, les auteurs montrent les avantages de la palplanche métallique moderne à profil spécialement étudié. Ils examinent les différents types en usage, et donnent leurs caractéristiques (dimensions, poids, modules de résistance).

La mise en fiche et l'arrachage des palplanches font l'objet d'une étude détaillée, comportant notamment la description des différents procédés et machines employés actuellement.

Le chapitre consacré au calcul des palplanches est très développé et contient des exemples de calculs de rideaux et de batardeaux en palplanches.

On trouvera à la fin de l'ouvrage de nombreux exemples d'emplois de palplanches, utilisées soit comme batardeau simple ou cellulaire, soit à titre définitif comme murs de quai, bajoyers d'écluse, coffrages de fondations de travaux d'art, etc...

Cette brochure, des mieux éditée, fait fort bien connaître les vastes possibilités d'emplois de la palplanche métallique. On peut se la procurer en versant la somme de 10 francs belges au compte chèques postaux n° 34017 de l'Ossature Métallique.

### Fer-blanc, 1933. Le lait et le fer-blanc

Une brochure de 40 pages de  $27 \times 21$  cm avec 30 figures dans le texte publiée par l'Office Technique pour l'Utilisation de l'Acier. Paris 1934.

Cette brochure fort intéressante et bien documentée s'adresse au grand public, auquel l'O.T.U.A. montre les qualités et avantages du lait concentré et du lait en poudre dans l'alimentation familiale. On trouvera dans cette brochure la description détaillée des différentes opérations de fabrication des laits concentrés et en poudre, leurs conditions d'emploi et de conservation, ainsi que des valeurs précises sur leur teneur en différentes matières.

### Gesund sein, gesund werden. (L'acier au service de la santé).

Dr. MÖNKEMÖLLER

Une brochure de la collection *Stahl Überall* (n° 1, 1934), de 49 pages de  $21 \times 15$  cm, avec 100 figures dans le texte.

Éditée par la Beratungsstelle für Stahlverwendung. Düsseldorf.

L'auteur étudie les différents emplois de l'acier qui s'adaptent tout particulièrement aux exigences de l'hygiène moderne.

Il examine d'abord brièvement la fenêtre et la porte métalliques, qui, associées au meuble métallique d'intérieur, simple et uni, permettent une pénétration maxima de la lumière.

Étudiant ensuite l'aménagement des locaux publics, installations postales, lavoirs, dortoirs, vestiaires, restaurants, écoles, salles de spectacles, magasins, ainsi même que les rues, l'auteur montre que l'acier fournit les solutions donnant à la fois le confort et l'hygiène indispensables.

La brochure décrit enfin l'emploi systématique de l'acier chez le médecin, le dentiste, ainsi qu'à l'hôpital et à la maison de repos, tant pour les meubles, que pour les instruments, les appareils, la menuiserie, etc...

### Stahlbau-Profile (Profilés pour la construction métallique).

M. BÜRGER

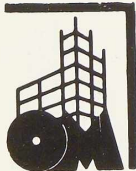
Une brochure de la collection *Stahl Überall* (n° 2, 1934) de 32 pages de  $21 \times 15$  cm, avec de nombreux tableaux et figures.

Éditée par la Beratungsstelle für Stahlverwendung. Düsseldorf.

L'auteur publie les tableaux des caractéristiques (dimensions, poids, moments d'inertie, moments résistants, etc.) des principaux profils laminés par les laminoirs allemands. Les plats spéciaux à renflement pour la réalisation des poutrelles soudées à larges ailes (Nasenprofilträger et Wulstflachstahl-Träger) sont significatifs de l'évolution de la construction métallique en Allemagne.

Cette brochure donne également une énumération générale de tous les produits laminés par les usines allemandes et un résumé des prescriptions officielles régissant la construction métallique en Allemagne.

400





# Documentation Bibliographique

## Résumé des articles relatifs aux applications de l'acier parus dans la presse technique

L'OSSATURE MÉTALLIQUE a publié dans son n° 1-1934, pp. 51-54, le tableau d'indexation des matières qui a été adopté pour la présente rubrique.

### Généralités

11.2/12. — Le taux de fatigue à admettre dans les ponts métalliques. — CHMIELOWIEC, 2<sup>e</sup> vol. de *Mém. A.I.P.C.*, 1933-1934, pp. 71-79. (Franç.).

L'auteur étudie le nouveau règlement polonais et propose la simplification de certaines prescriptions.

11.2/13. — Règlement polonais pour les constructions métalliques soudées. — *Soud. Autog.*, n° 243, pp. 6-7, 15 fig.

On trouvera dans cet article les principales stipulations du règlement polonais, notamment : les normes pour le calcul statique, le choix des matériaux, l'exécution des soudures, leur contrôle, l'examen des soudeurs, la tenue d'un journal des soudures, etc...

11.2/14. — Epreuves à faire subir aux soudeurs construisant ou renforçant un pont. — L. C. MOXNOË, *Weld. Eng.*, n° 5, mai 1934, pp. 24-25.

L'auteur donne les épreuves auxquelles doit satisfaire un soudeur pour être agréé pour les travaux de ponts dans le Minnesota (E.U.A.).

12.1/7. — Rapport du Comité des Forges. — *Métallurgie*, n° 11, 2 juin 1934, pp. 7-10, n° 12, 16 juin 1934, pp. 9-14.

Rapport du secrétaire général présenté à l'assemblée générale. Situation de l'industrie sidérurgique française comparée à la situation mondiale. Les comptoirs, le marché intérieur. La situation des principaux pays.

12.1/8. — Le marché de l'acier pendant le mois d'avril 1934. — *Oss. Mét.*, n° 6, juin 1934 pp. 337-338, 1 fig.

Allure du marché de l'acier en Belgique et au Luxembourg. Graphique de la production mensuelle belgo-luxembourgeoise au cours des deux dernières années.

13.2/1. — Le tube en acier spécial. — *Aciers spéc., Métaux*, n° 10, mars 1934, pp. 93-98, 2 fig.

Avantage de la section tubulaire. Principes de la fabrication des tubes sans soudure.

Aciers spéciaux employés pour la fabrication des tubes.

13.2/2. — L'état actuel de la soudure et l'emploi de poutrelles soudées dites à « Nasenprofil ». *Geschw. Träg.*, n° 1, avril 1934, pp. 3-11, 11 fig., 4 tabl.

Technique de la soudure. Recherches effectuées sur les poutres soudées à « Nasenprofil ». Résistance aux efforts répétés de ces profils. Avantages de ces profils.

14.1/5. — Action du vent sur les bâtiments. Recherches sur l'influence de la grandeur des modèles. — NØKKENTVED, 2<sup>e</sup> vol. de *Mém. A.I.P.C.*, 1933-1934, pp. 257-264, 3 fig. (All.).

L'auteur montre que, contrairement à ce que l'on admettait, la répartition des pressions et la résistance globale des corps à arêtes vives ne sont pas indépendantes du nombre de Reynold's.

14.1/6. — Action du vent sur les pylones de section rectangulaire. — KATZMAYR et H. SEITZ, *Bauing.*, n° 21-22, 25 mai 1934, 7 fig., 2 tabl.

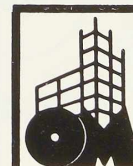
Les auteurs donnent les résultats de recherches en tunnel aérodynamique. Ils ont étudié les sollicitations dues au vent agissant sur des pylones de section carrée sous différents angles d'attaque.

14.1/7. — Action du vent sur les bâtiments. — L. J. VANDEPERRE, *Ann. Trav. Publ.*, n° 1, février 1934, pp. 69-109, n° 2, avril 1934, pp. 199-242.

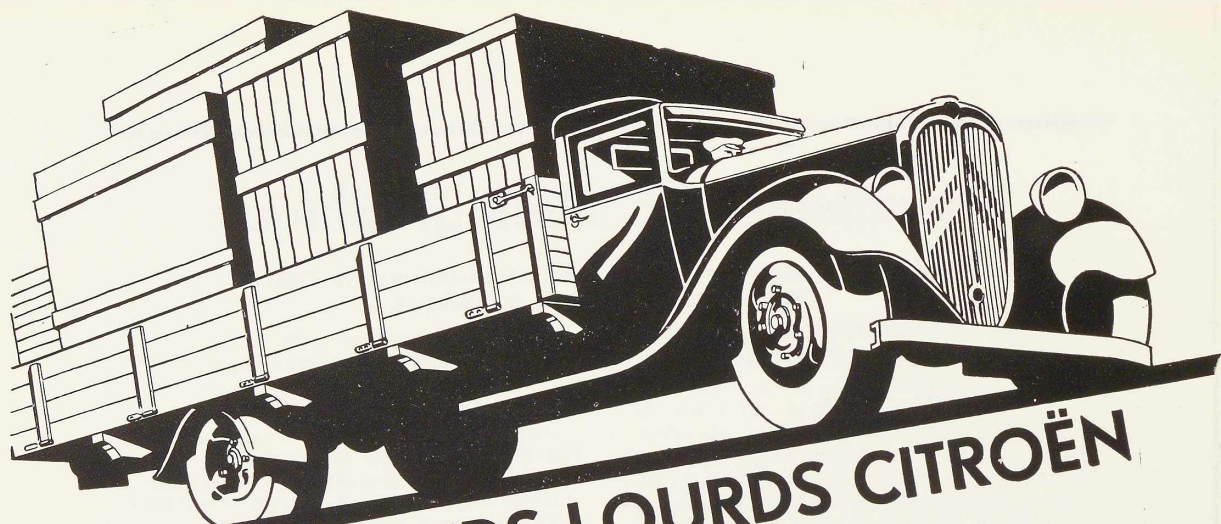
Généralités. L'aérodynamique. Les mesures sur modèles réduits (mesure d'Eiffel et leurs conclusions). Sollicitations dues au vent de différents types de construction. Le vent atmosphérique, sa mesure ; description des appareils.

14.1/8. — L'action du vent sur les constructions. — M. F. BIRON, *Science et Industrie*, (Constr. et Trav.), n° 16, avril 1934, pp. 131-141, 44 fig.

L'auteur expose l'état actuel des recherches et étudie les prescriptions des règlements relatives au vent. Il examine les différentes expériences récentes se rapportant à des hangars,







## LES POIDS LOURDS CITROËN

### 800 KGS.

Type idéal de la voiture de transport économique et rapide de moyenne puissance. MOTEUR FLOTTANT 4 cylindres 75 x 100. Boîte synchronisée à 3 vitesses, dont deux silencieuses. - Voie : 1 m. 42. Empattement : 3 mètres.

### 1.200 KGS.

Camion de moyenne puissance à dimensions suffisantes pour l'aménagement de carrosseries les plus variées. MOTEUR FLOTTANT 4 cylindres 75 x 100. Boîte à 4 vitesses et une marche AR. Pneus jumelés à l'AR. Voie : 1 m. 42. Empattement 3 m. 150. Longueur carrossable: 3 m. 420.

### T. 29

Charge totale : 3.200 kgs. (carrosserie comprise)  
Le camion disposant de la plus grande surface carrossable par rapport à tous les châssis de même catégorie. - Moteur 6 cylindres 75 x 100. - Boîte à 4 vitesses et une marche AR. - Pneus jumelés à l'AR.

Trois types de châssis :

Châssis normal : Voie, 1 m. 62; empattement, 3 m. 33.  
Châssis long : Voie, 1 m. 62; empattement, 4 m. 25.  
Châssis car (Pont surbaissé porteur) : Voie, 1 m. 70; empattement, 4 m. 30.

### T. 45

Charge totale : 4.500 kgs. (carrosserie comprise)  
Camion gros porteur représentant ce que l'outillage le plus moderne peut produire de plus parfait. - Moteur 6 cylindres 94 x 110. - Puissance 80 CV. à 2.500 tours minute. - Boîte à 4 vitesses et une marche AR. - Pneus jumelés à l'AR.

Trois types de châssis :

Châssis normal : Voie, 1 m. 800; empattement, 3 m. 600.  
Châssis long : Voie, 1 m. 800; empattement, 4 m. 600.  
Châssis car surbaissé : Voie, 1 m. 800; empattement, 5 m. 330.

# CITROËN

Veuillez m'envoyer, par retour du courrier, et sans aucun engagement de ma part, votre catalogue P. L. N°14

NOM :

ADRESSE :

A découper et à envoyer à la Société Citroën Belge, Place de l'Yser, à Bruxelles.



cheminées et habitations. Il étudie ensuite les règlements et tout particulièrement la norme française Air 9961 et le dernier règlement hollandais, le plus complet sur cette question.

14.1/9. — **Le cisaillement dans les poteaux métalliques.** — D. H. YOUNG, 2<sup>e</sup> vol. de *Mém. A.I.P.C.*, 1933-1934, pp. 480-495, 9 fig. (Angl.).

L'auteur recherche les efforts de cisaillement auxquels ont à résister les poteaux métalliques (soit par suite de l'imperfection de leur alignement, soit par suite des moments d'extrémités).

14.1/10. — **Trois contributions à la question de la résistance des charpentes métalliques hyperstatiques.** — E. CHWALLA, 2<sup>e</sup> vol. de *Mém. A.I.P.C.*, 1933-1934, pp. 96-125, 15 fig. (All.).

Influence sur un treillis hyperstatique du déroboement par flambage d'un élément soumis à compression. Etude théorique d'une poutre continue à 3 travées soumise dans la travée centrale à une compression excentrée. Etude d'un système une fois hyperstatique où un élément surabondant est soumis à des efforts répétés.

14.1/11. — **Le problème de la stabilité des poteaux à cadres soumis à la compression.** — E. CHWALLA, 2<sup>e</sup> vol. de *Mém. A.I.P.C.*, 1933-1934, pp. 80-95, 8 fig. (All.).

L'auteur a recherché les sollicitations des pièces transversales assemblant les différents montants de poteaux soumis à compression. L'auteur étudie également les sollicitations excentrées et détermine les dimensions des assemblages et entretoises.

14.2/6. — **Les principes de la plasticité parfaite appliqués aux calculs de résistance des matériaux.** — L. BAES, *Oss. Mét.*, n° 6, juin 1934, pp. 305-331, 28 fig.

Cette étude est le résumé d'une communication faite à l'A.B.E.M. L'auteur y examine les différents travaux qui ont établi les principes de la plasticodynamique, notamment ceux de de Saint-Venant et de Maurice Levy, ainsi que ceux de de Mises. Il étudie plus spécialement le cas particulier de l'état plan de déformation. L'auteur examine ensuite les principes de la plasticostatique et les propriétés qui en découlent ainsi que leur application à la technique courante. Il étudie une enveloppe cylindrique de forte épaisseur dont une partie plus ou moins importante est sollicitée au delà de la limite élastique du métal.

14.2/7. — **Relations entre la direction d'une force et certaines fonctions mécaniques, telles**

**que les réactions, les efforts longitudinaux, les moments fléchissants, etc...** — ST. BRYLA, 2<sup>e</sup> vol. de *Mém. A.I.P.C.*, 1933-1934, pp. 33-48, 21 fig. (Angl.).

Dans cette intéressante étude, l'auteur donne les relations qui lient certains efforts intérieurs à l'action d'une force extérieure.

14.3/12. — **Calcul et dimensionnement des poteaux métalliques enrobés.** — L. BERGER, 2<sup>e</sup> vol. de *Mém. A.I.P.C.*, 1933-1934, pp. 1-4, 2 fig. (All.).

Dans cette étude l'auteur examine la répartition des efforts entre le béton et l'acier et recherche une méthode simple pour le calcul des poteaux.

14.3/13. — **Détermination de la flèche d'une poutre.** — A. A. JAKKULA, *Eng. News-R c.* 24 mai 1934, pp. 664-665, 2 tabl.

L'auteur fait usage d'une série trigonométrique et détermine le nombre de termes à calculer pour avoir une exactitude déterminée.

14.3/14. — **Théorie générale de la poutre encastree élastiquement.** — M. RITTER, 2<sup>e</sup> vol. de *Mém. A.I.P.C.*, 1933-1934, pp. 290-301, 7 fig. (All.).

L'auteur recherche la ligne de fermeture du diagramme des moments lorsque les appuis sont susceptibles d'affaissements élastiques.

14.3/15. — **Calcul des poutres de plancher métallique.** — KAZINCZY, 2<sup>e</sup> vol. de *Mém. A.I.P.C.*, 1933-1934, pp. 249-256, 6 fig. (All.).

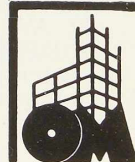
L'auteur étudie les poutrelles I partiellement encastrees en tenant compte de la ductilité et par suite des déformations locales. Il recherche les degrés d'encastrement dans les différents cas de la pratique et établit des formules pour les déterminer.

14.3/16. — **Calcul des pièces non prismatiques. — Application du calcul des différences finies.** — GLICKMANN, *Entr. Franç.*, n° 40, 25 avril 1934, pp. 9-16, 12 fig.

L'auteur donne le principe des différentes méthodes dont dispose l'ingénieur pour le calcul des poutres dont la hauteur n'est pas beaucoup plus petite que la longueur. Il développe plus longuement une solution dans laquelle l'intégration est effectuée par la méthode des différences finies.

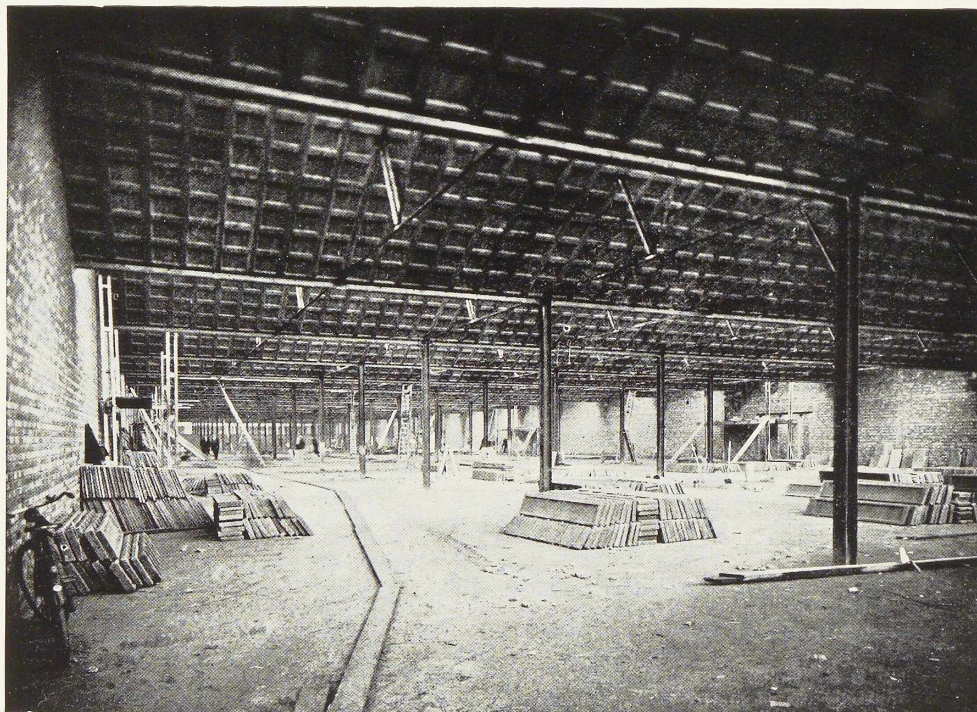
14.3/17. — **Ponts suspendus avec poutre en treillis de raidissement continue.** — S. TIMOSHENKO, S. WAX, 2<sup>e</sup> vol. de *Mém. A.I.P.C.*, 1933-1934, pp. 452-466, 10 fig. (Angl.).

L'auteur donne une méthode de calcul des ponts suspendus à poutres de rigidité continue. Il montre, par un exemple, l'influence de cette continuité sur la sollicitation des câbles.





# PLAQUES POUR SOUS-TOITURES EN BÉTON BIMS-ARMÉ



Entrepr. : Firms VAN HERREWEGHE & DEWILDE, Gand

Architecte : G. LECLERCQ, Verviers

Une application supérieure et inférieure de 13.000 m<sup>2</sup> de sous-toitures exécutée à la construction de la nouvelle filature d'Écloo pour compte de la S. A. de L'Île Adam, Verviers.

EXÉCUTÉE PAR

## S.A. WEST-VLAAMSCHE BETONWERKERIJ

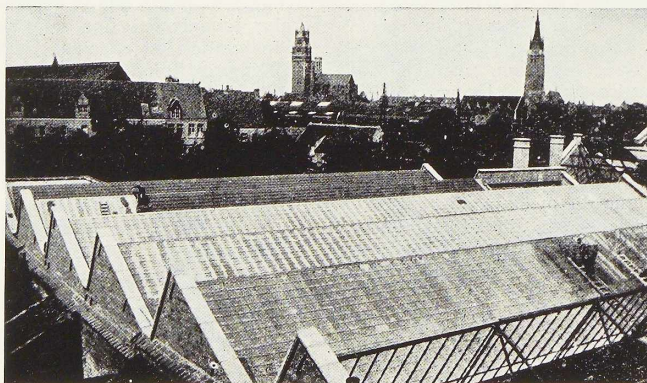
QUAI ST-PIERRE, 73 - BRUGES - TÉLÉPHONE 310.32

MANUFACTURE DE PRODUITS EN BÉTON BIMS tels que HOURDIS CREUX AVEC OU SANS LAMBOURDES

PLAQUES LÉGÈRES  
POUR CLOISONS

REPRÉSENTANTS :  
**VALLAEYS  
ET VIERIN**  
INGÉNIEURS

ADRESSES:  
69, AV. BROUSTIN  
BRUXELLES T.26.34.11  
BERCHEM-ANVERS  
81, Troyentenhoflaan, 81  
Tél. 913.84



SCHWEMMSTEINE  
ÉLÉMENTS CREUX  
POUR PLANCHERS, etc.

BUREAU  
TECHNIQUE

INSTALLATIONS  
MODERNES



14.3/18. — **Théorie des déformations pour les ponts suspendus continus.** — D. B. STEINMAN, 2<sup>e</sup> vol. de *Mém. A.I.P.C.*, 1933-1934, pp. 400-451, 8 fig. (Angl.).

L'auteur expose une méthode de calcul en s'appuyant sur la théorie des déformations applicable aux ponts suspendus à travées successives. Il applique les formules auxquelles il arrive à un ouvrage de 250 m de portée centrale.

14.3/19. — **Contraintes secondaires dans les treillis.** — A. EISEN, 2<sup>e</sup> vol. de *Mém. A.I.P.C.*, 1933-1934, pp. 126-131, 4 fig. (All.).

L'auteur expose assez brièvement une méthode de calcul des moments dus aux efforts secondaires dans les treillis.

14.4/3. — **Essais en laboratoire sur ponts en arcs multiples.** — W. M. WILSON, *Proceed. Amer. Soc. of Civil Engineers*, n° 4, avril 1934, pp. 485-515, 19 fig.

Description et résultats des mesures de tensions et de déformation effectuées aux laboratoires de l'Université d'Illinois sur des modèles à échelle de 1/5 de ponts à trois arcs continus en béton.

15.13/2. — **La résistance aux efforts répétés des assemblages rivés et soudés en acier St. 52.** — E. H. SCHULZ, H. BUCHHOLTZ, 2<sup>e</sup> vol. de *Mém. A.I.P.C.*, 1933-1934, pp. 380-399, 10 fig., 4 tabl. (All.).

Importance du choix des rivets pour les assemblages rivés. Grande influence du dessin des assemblages soudés. Avantages des soudures en bout. Avantage des aciers un peu plus doux, pour les assemblages très sollicités.

15.13/3. — **La résistance à la fatigue des assemblages rivés et soudés; leur calcul.** — SCHAECHTERLE, 2<sup>e</sup> vol. de *Mém. A.I.P.C.*, 1933-1934, pp. 312-379, 108 fig. (All.).

Dans cet important mémoire on étudie les assemblages rivés et soudés sollicités par efforts répétés. L'auteur qui a effectué de nombreux essais et recherches montre l'importance des traitements mécaniques et, dans le cas des soudures, de la forme des assemblages. Il étudie le calcul de ces assemblages.

15.32/4. — **Utilisation de courant triphasé pour la soudure à l'arc.** — LUCK, *Weld. Ind.*, n° 4, mai 1934, pp. 104-106, 3 fig.

L'auteur montre les avantages de ce procédé actuellement très employé en Angleterre : rapidité de la soudure, économie et bonne utilisation du courant.

15.33/3. — **Résistance des soudures latérales au**

**cisaillement.** — ST. BRYLA, 2<sup>e</sup> vol. de *Mém. A.I.P.C.*, 1933-1934, pp. 21-32, 13 fig. (Franç.).

L'auteur justifie les prescriptions polonaises qui admettent que la résistance des soudures latérales en kg/cm<sup>2</sup> varie avec l'épaisseur du cordon de soudure.

15.33/4. — **La résistance aux efforts répétés des assemblages rivés et soudés en acier St. 52.** — E. H. SCHULZ, E. BUCHHOLTZ, 2<sup>e</sup> vol. de *Mém. A.I.P.C.*, 1933-1934, pp. 380-399, 10 fig. 4 tabl. (All.).

Importance du choix de la qualité des rivets pour les assemblages rivés. Grande influence du dessin des assemblages soudés. Avantages des soudures en bout. Avantage des aciers un peu plus doux, pour les assemblages très sollicités.

15.33/5. — **La résistance à la fatigue des assemblages rivés et soudés; leur calcul.** — SCHAECHTERLE, 2<sup>e</sup> vol. de *Mém. A.I.P.C.*, 1933-1934, pp. 312-379, 108 fig. (All.).

Dans ce très important mémoire on étudie les assemblages rivés et soudés sollicités par efforts répétés. L'auteur qui a effectué de nombreux essais et recherches, montre l'importance des traitements mécaniques et, dans le cas des soudures, de la forme des assemblages. Il étudie le calcul de ces assemblages.

15.33/6. — **Quelques remarques sur les assemblages de ponts soudés.** — H. GOTTFELDT, *Bauingenieur*, n° 19-20, 11 mai 1934, pp. 200-203, 19 fig.

L'auteur expose les principes des assemblages soudés. Il étudie notamment les assemblages des tôles, des poutrelles et les assemblages en forme de croix. Il donne un exemple de calcul de nœud.

15.34/3. — **La soudure électrique des barres à béton.** — DUSTIN, *Publ. de l'A.B.E.M.*, n° 1, 1934, 32 pages, 19 fig.

L'auteur relate les différents essais qu'il a effectués. Il examine la soudure à l'arc, la soudure par résistance et la soudure par projection et donne des résultats d'essais particulièrement concluants. Ses conclusions sont que la soudure des barres peut être généralisée et que leur résistance peut être considérée comme représentant un très fort pourcentage de la barre elle-même.

15.35/5. — **La collaboration de la soudure et de la rivure, et la répartition des contraintes dans le cordon de soudure.** — GABER, 2<sup>e</sup> vol. de *Mém. A.I.P.C.*, 1933-1934, 7 fig., 2 tabl.

Résultats des essais effectués sur des assem-



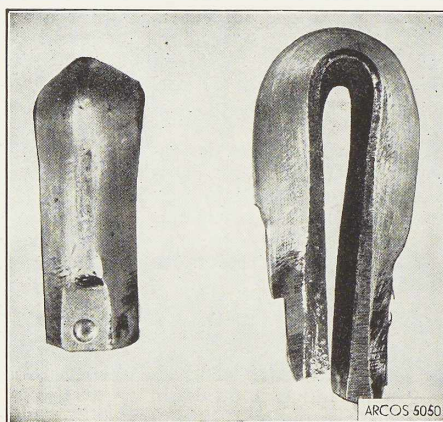


LES ELECTRODES

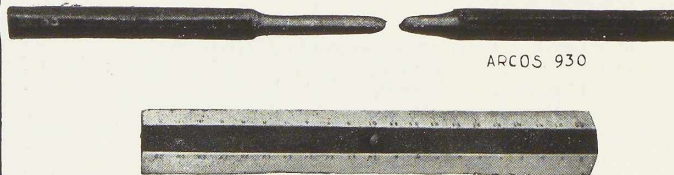
# ARCOS

POUR LES SOUDURES

# DUCTILES



Le principe d'importance capitale qui veut que les soudures soient ductiles, a été défendu par ARCOS pendant des années. ARCOS qui a treize ans d'expérience dans les soudures ductiles de haute qualité, voit son point de vue confirmé par les théories modernes. Celles-ci prouvent mathématiquement que les soudures d'assemblage doivent être ductiles.





blages rivés renforcés par soudure. Influence de la disposition des cordons de soudure.

15.35/6. — **Sur la mesure de la ductilité des soudures.** — H. MICHEL, *Arcos*, n° 61, mai 1934, pp. 1049-1054, 7 fig. 2 tabl.

L'auteur propose différents types d'éprouvettes pour la mesure de la ductilité des soudures.

15.35/7. — **Épreuves à faire subir aux soudeurs construisant ou renforçant un pont.** — L. C. MONROË, *Weld. Eng.*, n° 5, mai 1934, pp. 24-25.

L'auteur donne les épreuves auxquelles doit satisfaire un soudeur pour être agréé soudeur pour les travaux de ponts dans le Minnesota (E.U.A.).

15.35/8. — **Bibliographie du contrôle des soudures.** — *Soud. Aulog.*, n° 243, mai 1934, pp. 10-11.

Cet article donne une bibliographie étendue des méthodes de contrôle des soudures effectuées.

17.1/5. — **Fondations d'un pont sur le Saint-Laurent.** — G. L. FREEMAN, *Eng. News-Rec.*, 17 mai 1934, pp. 621-624, 6 fig.

Les fondations des piles d'un nouveau pont près de Montréal ont des caissons en acier.

### Ponts

20.0/2. — **Répertoire des ponts de l'Ohio.** — *Eng. News-Rec.*, 17 mai 1934, pp. 627-628, 6 fig.

Le service des Ponts et Chaussées de l'Ohio a fait un relevé systématique et complet des caractéristiques de tous les ponts-routes de l'Etat : description du mode de classement employé et du fonctionnement de ce service.

20.0/3. — **Quelques remarques sur les assemblages de ponts soudés.** — H. GOTTFELDT, *Bauingenieur*, n° 19-20, 11 mai 1934, pp. 200-203, 19 fig.

L'auteur expose les principes généraux des assemblages soudés. Il étudie notamment les assemblages des tôles, des poutrelles et les assemblages en forme de croix. Il donne un exemple de calcul de nœud.

20.0/4. — **Le taux de fatigue à admettre dans les ponts métalliques.** — CHMIELOWIEC, 2<sup>e</sup> vol. de *Mém. A.I.P.C.*, 1933-1934, pp. 71-79, (Franç.).

L'auteur examine le nouveau règlement polonais et propose la simplification de certaines prescriptions.

20.0/5. — **Aperçu de quelques récents ponts soudés en Europe.** — *Arcos*, n° 61, mai 1934, pp. 1075-1077, 4 fig.

Description du pont soudé de Radbusa (Tché-

coslovaquie) de 50 m 60 de portée et du pont tournant flottant de Leyde de 22 m 30 de portée.

20.0/6. — **Raidissement par enrobage en béton armé des tabliers de ponts-routes en Hongrie.** — HARRÁNYI, 2<sup>e</sup> vol. de *Mém. A.I.P.C.*, 1933-1934, pp. 224-234, 14 fig., (All.).

L'auteur décrit divers renforcements de pont par établissement d'un tablier en béton armé en liaison avec la charpente du pont.

20.11 a/5. — **Le plus long pont soudé du monde.** — R. LÉONHARDT, *Bauing.*, n° 21-22, 25 mai 1934, pp. 228-229, 6 fig.

Description d'un pont à poutres à âme pleine soudées à l'arc ; l'ouvrage comporte 13 travées ; sa longueur totale est de 315 m 50. Les poutres soudées ont de 22 à 26 mètres de portée et ont été montées en une seule pièce.

20.11 a/6. — **Emploi de poutrelles à larges ailes dans de récents ponts-rail soudés.** — LÉOPOLD, *P-Träger*, n° 1, 25 mai 1934, pp. 9-16, 23 fig.

Description détaillée de trois ponts entièrement soudés construits pour les chemins de fer allemands. A signaler notamment un portique de 10 mètres de portée servant d'appui central, et le montage, en une seule pièce, de poutres de 40 m 30. Dans ce dernier pont les poutres transversales sont des demi-cadres et forment contreventement.

20.11 d/1. — **Pont-rail démontable.** — H. GOTTFELDT, *P-Träger*, n° 1, 25 mai 1934, pp. 1-3, 5 fig.

Montage d'un pont de 27 mètres de portée, pour chemin de fer de montagne, en poutrelles à larges ailes. Dispositif très curieux en trois travées appuyées sur contrefiches permettant un démontage annuel pour la mauvaise saison. La mise en service dure 10 à 12 heures.

20.12 b/3. — **Contraintes secondaires dans les treillis.** — A. ERFEN, 2<sup>e</sup> vol. de *Mém. A.I.P.C.*, 1933-1934, pp. 126-131, 4 fig., (All.).

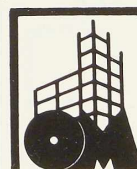
L'auteur expose assez brièvement une méthode de calcul des moments dus aux efforts secondaires dans les treillis.

20.12 c/8. — **Renforcement d'un pont de 62 m au charbonnage de Ressaix à Houssu.** — *Arcos*, n° 61, mai 1934, pp. 1073-1074, 5 fig.

Renforcement des membrures et des entretoises au moyen de cornières soudées.

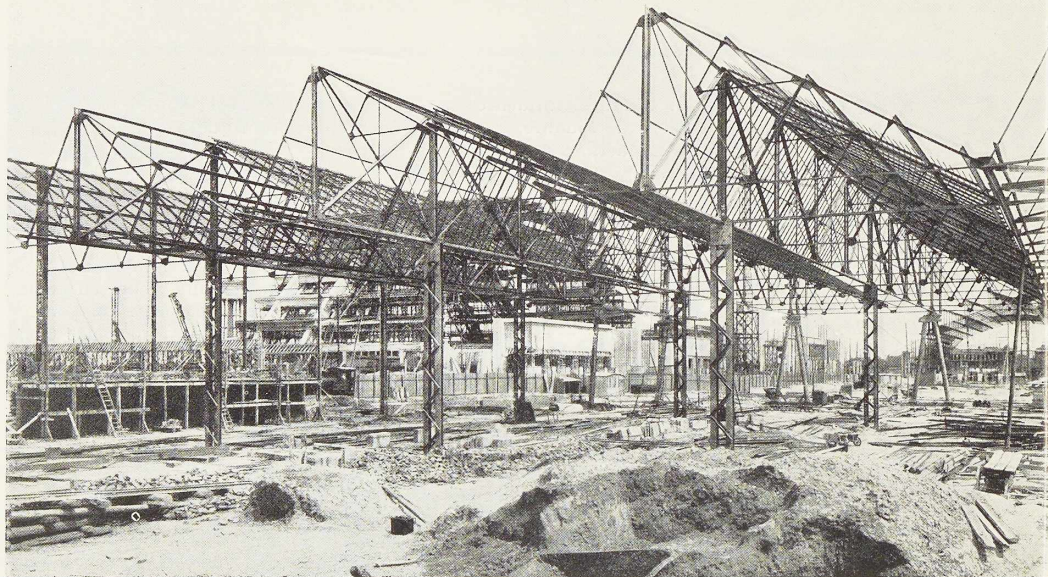
20.12 c/9. — **Renforcement d'un pont de 72 m 40 aux charbonnages du Trieu-Kaisin à Châtelineau.** — *Arcos*, n° 61, mai 1934, pp. 1069-1072, 13 fig.

Etude intéressante montrant le renforcement en plein service d'un pont. Détails du ren-





**L'industrie**  
**nationale**  
**à**  
**l'exposition**  
**de**  
**Bruxelles**  
**1935**



(Photo L'Epi-Devolder)

Charpente Métallique du Musée de l'Art Ancien à l'Exposition Universelle de Bruxelles 1935.

Les charpentes métalliques du MUSEE DE L'ART ANCIEN, des HALLES LATÉRALES GAUCHE et DROITE et de la SALLE DES FETES sont entièrement peintes à la

Couleur anti-rouille  
**ACIERINE**  
fabriquée par les USINES  
**DE KEYN Frères**

27, rue aux Choux, BRUXELLES (téléphone 17.40.30, 6 lignes)

Parmi les diverses couleurs soumises à l'analyse de l'OREX, la couleur ACIERINE a été retenue par le Comité de l'Exposition pour ses qualités de

**résistance et d'anti-rouille**

Telle est la valeur de l'ACIERINE présentée par DE KEYN Frères. Les autres produits de peinture fabriqués par DE KEYN Frères ne sont pas de moindre qualité.

24

Demandez échantillons, documentation et prix.





forcement par soudure à l'arc des membrures, du treillis, des assemblages, etc.

20.14 c/1. — **Le pont-route du lac Mälär à Stockoim.** — A. JANSON, *P. Träger*, n° 1, 25 mai 1934, pp. 5-8, 14 fig.

Description d'un pont en arc comportant notamment 5 travées de 40 mètres. L'arc et les maîtresses-poutres sont en poutrelles à larges ailes. Le tablier est en béton armé. Le montage a été effectué sans cintre; le poids de la partie en arc n'est que de 332 tonnes.

20.14 d/1. — **Pont monté sans échaffaudage.** — *Eng. News-Rec.* 17 mai 1934, pp. 624-626.

Le nouveau pont sur le Saint-Laurent près de Montréal comporte notamment une travée de 120 m, en arc raccordé aux membrures des deux travées adjacentes, montée entièrement en porte-à-faux.

20.31/1. — **Construction de ponts au moyen de poutres à « Nasenprofil ».** — *Geschw. Trüg.*, n° 1, avril 1934, pp. 11-14, 9 fig., 1 tabl.

Economie de ce procédé, possibilité de modifier la hauteur des maîtresses-poutres sans aucune difficulté. Exemples d'application.

20.33/1. — **L'élargissement du pont de La Hulpe.** — *Oss. Mét.*, n° 6, juin 1934, pp. 332-333, 4 fig.

Description de l'élargissement d'un ancien viaduc en briques, réalisé par l'emploi de poutrelles métalliques supportant des trottoirs en porte-à-faux.

20.36/1. — **Fondations d'un pont sur le Saint-Laurent.** G. L. FREEMAN, *Eng. News-Rec.*, 17 mai 34, pp. 621-624, 6 fig.

Les fondations des piles d'un nouveau pont près de Montréal comportent des caissons en acier.

### Charpentes

30.3/10. — **La construction métallique soudée du hall Ford.** — *Welding Engineer*, n° 5, mai 1934, pp. 22-23, 8 fig.

Description générale de ces importantes installations réalisées à l'Exposition de Chicago. Dessin intéressant des fermes de la toiture.

30.3/11. — **Fermes construites selon un dispositif nouveau.** — *Welding*, n° 5, mai 1934, p. 201, 2 fig.

Détail de l'assemblage d'angle d'une poutrelle à larges ailes; l'aile étendue n'a pas été interrompue. (Hall Ford à l'Exposition de Chicago.)

30.3/12. — **Hall n° VI de la foire aux échantillons de Bâle.** — *Arcos*, n° 61, mai 1934, pp. 1055-1057, 3 fig.

Brève description d'une halle de 53 m X 100 m. La toiture est portée par 6 arcs à âme pleine soudés en atelier.

30.3/13. — **Nouveau Palais des Expositions. — Concours de l'O.T.U.A.,** projet de MM. Tournon et Chappey. — Ch. SEE, *Constr. Moderne*, n° 37, 10 juin 1934, pp. 630-639, 11 fig.

Description du projet classé premier; le projet prévoit des poutres droites tubulaires reposant sur des pylônes. Toiture vitrée et plafond translucide.

30.3/14. — **Les grands palais de l'Exposition Universelle et Internationale de Bruxelles 1935. — Aperçu général concernant les ouvrages métalliques.** — L. BAES, *Oss. Mét.*, n° 6, juin 1934, pp. 279-297 22 fig.

Dans cet article, l'auteur donne une description générale étendue des différents halls en construction: Musée d'art ancien, Salle des fêtes (3.600 places), halles latérales. Il s'étend sur le cintre métallique qui soutient les cofrages des arcs en béton armé du grand Palais. Description du ripage de ce cintre.

30.5/3. — **Pylône articulé pour transport d'énergie.** — *Engineering*, 18 mai 1934, pp. 581-582, 3 fig.

Description d'un pylône entièrement articulé (système employé en France): les lignes servent elles-mêmes de haubans. Diminution considérable du poids, fondations très réduites, adaptation souple en terrain accidenté et en courbe peu accentuée, sécurité plus grande grâce à la répartition des tensions dans les câbles des lignes sur plusieurs travées.

31.5/4. — **L'immeuble Prudential à 16 étages à Varsovie.** — St. BRYLA, *Bauing.*, n° 21-22, 25 mai 1934, pp. 221-227, 20 fig.

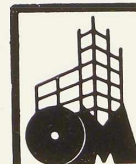
Description détaillée de la construction d'un immeuble à 16 étages à ossature métallique presque entièrement soudé. L'auteur décrit les fondations, l'ossature à colonnes formées de deux U réunis par des plats soudés, le dispositif de contreventement, des détails d'assemblages soudés, des fermes, etc.

33.0/1. — **Les nouveaux volets métalliques des grands magasins « A l'Innovation » à Bruxelles.** — *Oss. Mét.*, n° 6, juin 1934, pp. 302-304, 3 fig.

Description de volets métalliques, construits par panneaux indépendants, protégeant les vitrines d'un grand magasin.

34.6/3. — **Isolations calorifuges.** — *Us. Belge*, n° 530, pp. 935-936, 2 fig.

Caractéristiques auxquelles doivent répondre les isolants calorifuges pour tuyaux. L'auteur





# LOUIS DEWAELE

S. A. BUREAUX ET USINE : BOULEVARD LEOPOLD II, 44-46, BRUXELLES



## DIVISION ENTREPRISES GENERALES

Rabattement de la nappe aquifère

Fondations spéciales par compression mécanique  
du sol

Béton armé

Assèchement rapide et mécanique des bâtiments

## DIVISION MENUISERIE

Menuiserie de bâtiments

Menuiserie de luxe bois et métal

## DIVISION PARQUETERIE

Parquets ordinaires

Parquets de luxe en bois exotiques

Exportation



de l'article montre les avantages de son procédé employant la laine de laitier maintenue par des armatures en cellulose.

35.3/1. — **Mobilier scolaire.** — J. P. SABATIER, *Arch. d'Auj.*, n° 4, mai 1934, pp. 75-77, 8 fig.

Ce numéro de l'*Arch. d'Auj.* est consacré aux écoles. Emploi de plus en plus étendu du mobilier semi-métallique. Exemples.

37.1/3. — **Grue tournante de 250 tonnes.** — *Engineering*, 1<sup>er</sup> juin 1934, pp. 613-615, 15 juin 1934, pp. 671-673 et p. 678, 24 fig.

Description très détaillée d'une grue tournante de 250 tonnes destinée au chantier naval de la marine de guerre des Etats-Unis. Le bras mobile horizontal porte des chariots roulants supportant les différents palans (2 de 5 t., 1 de 30 t., 2 de 125 t.). Description des machines et des mécanismes.

### Transports

40.11/6. — **Soudure des rails.** — W. M. BRADY, *Welding Engineer*, n° 5, mai 1934, pp. 20-21.

L'auteur étudie les caractéristiques qui permettent d'obtenir des soudures correctes

40.11/7. — **Soudure des rails.** — *Welding*, mai 1934, p. 199, 2 fig.

Exemple d'application (7.000 soudures) de soudures de rails à Détroit.

40.11/8. — **Le Rail et la Roue.** — L. BARBILLON, *Usine Belge*, n° 531, 9 juin 1934, pp. 969-973, 7 fig.

L'auteur oppose la roue élastique et la voie rigide à l'ancienne conception du chemin de fer. Résultats actuels. Applications.

40.11/9. — **Traverses métalliques pour ponts rails métalliques.** — KAISER, *Stahlbau*, n° 13, 22 juin 1934, pp. 103-104, 9 fig.

L'auteur présente différents modèles de traverses métalliques employées pour fixer les voies sur les ponts rails métalliques.

40.22/11. — **La nouvelle automotrice jumelée Diesel électrique 410 HP de la Société Nationale des Chemins de Fer Belges.** — *Oss. Mét.*, n° 6, juin 1934, pp. 298-301, 5 fig.

Description d'une nouvelle automotrice à grande vitesse à 2 voitures et 3 bogies dont un moteur (traction Diesel-électrique). Construction de la caisse entièrement métallique. Description des aménagements intérieurs.

40.24/3. — **Sécurité d'abord.** — *Oss. Mét.*, n° 6, juin 1934, pp. 334, 4 fig.

4 photographies caractéristiques d'accidents de chemins de fer montrent la bonne tenue des voitures métalliques comparée à celle des voitures en bois.

40.25/5. — **Wagons de marchandises à châssis soudés.** — *Arcos*, n° 61, mai 1934, pp. 1059-1062, 8 fig.

Description de différents châssis de wagons des chemins de fer norvégiens et de wagons charbonniers entièrement métalliques.

41.3/4. — **Le plus grand autocar actuellement construit.** — *Welding*, mai 1934, pp. 216-217, 1 fig.

Description d'un tracteur et d'une remorque équipée pour transporter confortablement 35 passagers, qui joindront Damas à Bagdad en 24 heures. La remorque notamment est entièrement en acier à haute résistance à assemblages soudés.

42.1/4. — **Bâteau à moteur soudé.** — *Arcos*, n° 61, mai 1934, pp. 1057-1058, 4 fig.

Bateau entièrement métallique de 31 m 90 de longueur destiné à circuler sur le lac de Zurich. Les assemblages ont été exécutés par soudure.

### Divers

50.1/2. — **Construction soudée d'une planeuse cintreuse de tôles.** — H. SCHÄFER, *Arcos*, n° 61, mai 1934, pp. 1063-1064, 2 fig.

L'emploi de la soudure a permis la réalisation en tôle du bâti et des flasques d'une planeuse-cintreuse.

51.3/4. — **Cloisons coupe-feu en fer forgé.** — *Eng. News-Rec.*, 24 mai 1934, pp. 668.

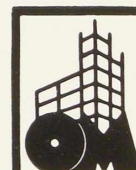
Breve description de cloisons coupe-feu en fer forgé placées sous trois appontements à New-York pour empêcher la propagation du feu sous les planchers.

53.3/2. — **Contribution au soutènement par cadres métalliques.** Ch. VAUDOUX, *Rev. Ind. minér.*, n° 321, mai 1934, pp. 259-261, 3 fig.

Avantages du soutènement métallique ; l'auteur envisage tout particulièrement la résistance aux coups de mine.

55.3/2. — **Les épreuves de résistance au feu des matériaux de construction.** — G. BRICARD, *Rev. Industrielle*, n° 151, juin 1934, pp. 300-306, 13 fig.

Description et résultats d'essais de poutres métalliques et en béton armé essayées à de fortes températures, non chargées et chargées. La protection des poutres en béton armé exige un recouvrement de 3 à 5 cm de béton en-dessous des armatures. Le plâtre, qui donne les meilleurs résultats pour des poutres non chargées, perd quelque peu son avantage lorsque la poutre est chargée et travaille en flexion. Les essais ont été entrepris à l'initiative de l'O.T.U.A.





# CANTILLANA - S.A.

29, RUE DE FRANCE, BRUXELLES-MIDI -- Tél. 21.23.76 - 21.23.75

## CELLULIT

Planches Isothermes anti-acoustiques, légères, résistantes, ininflammables et à l'épreuve de la vermine.

## FIBRO-PLATRE

Plaques et carreaux pour plafonds, cloisons et hourdis à la fois légers, incombustibles et hygiéniques.

## SCORITE

Briques et carreaux en béton de cendrées.

## VULCANIT

Béton calorifuge, léger, résistant et réfractaire pour cloisons, plafonds, voûtes, hourdis, revêtement de charpentes en fer et en bois.

## ARKI

Matelas isolant pour tous travaux d'isolation contre la chaleur et le son.

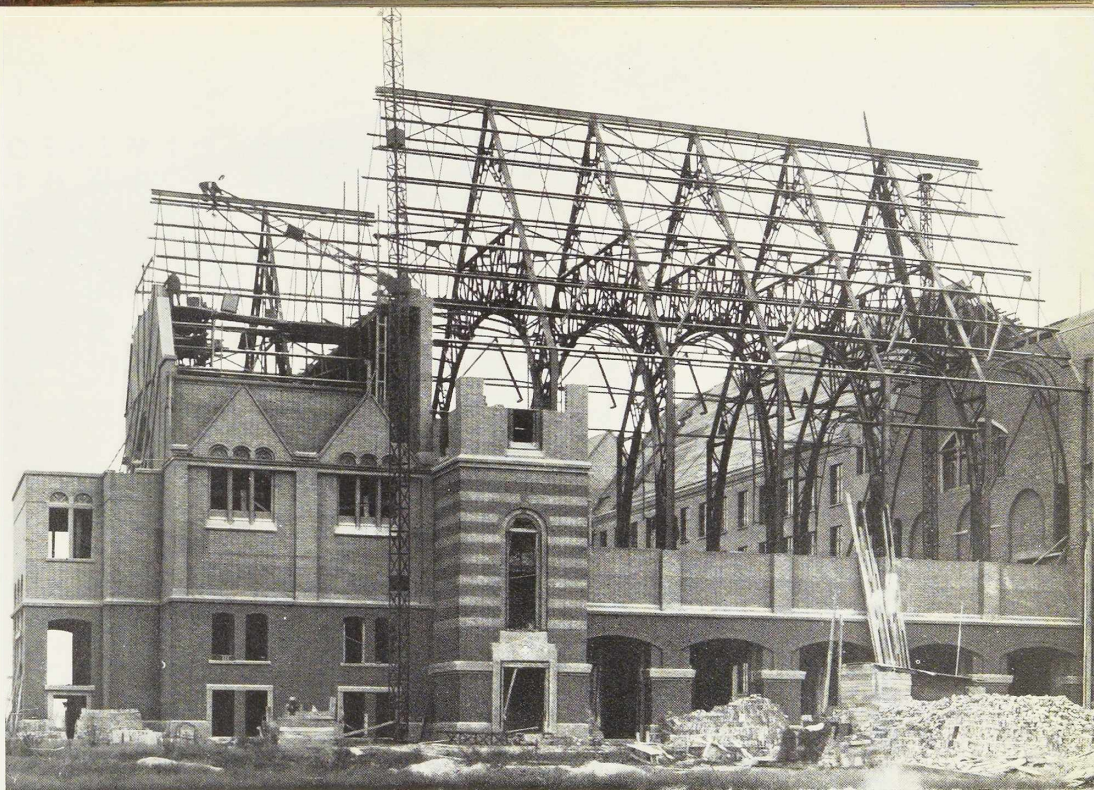
## LE PHOQUE

Hydrofuge blanc, le meilleur pour mortiers de ciment et béton.

**Toutes spécialités pour ossatures métalliques. Briques de façades mates et émaillées en toutes couleurs. Chaux. Plâtres. Ciment. Graviers. Clous. Grès. Poteries. Fontes. Perches. Echelles. Brouettes.**

Firme agréée par la C. I. M. A. (Centre d'Information générale en Matière Architecturale de la Fédération des Sociétés d'Architecture de Belgique).





CHAPELLE. Longueur totale : 40 m. Largeur totale : 18 m. Hauteur totale 26 m.  
L'ossature supporte la couverture et les voûtes intérieures en béton sur Farcométal.

## GRAND SEMINAIRE DE MALINES

Architecte : S. VAN CRAEN A MALINES

Entrepreneur : A. VAN POTTELBERGH & FILS

Constructeur : ATELIERS DE WILLEBROECK

OSSATURE CONSTRUITE SUIVANT NOS PLANS D'EXECUTION

(voir aussi O. M. 1934. Février. p. 19)

## NOTRE ACTIVITÉ

COLLABORATION AVEC ARCHITECTES, ATELIERS DE CONSTRUCTION & ENTREPRENEURS  
POUR TOUS PROJETS, ÉTUDES, CALCULS, DEVIS ET PLANS D'EXECUTION  
D'OUVRAGES MÉTALLIQUES SOUDÉS OU RIVÉS

## **C. & P. MOLITOR** INGÉNIEURS-CONSEILS (ECAM)

LES SPÉCIALISTES DE L'OSSATURE MÉTALLIQUE  
ET DE LA CONSTRUCTION SOUDÉE

BRUXELLES - 5, Bd E. BOCKSTAE, TÉL. **26.36.17**



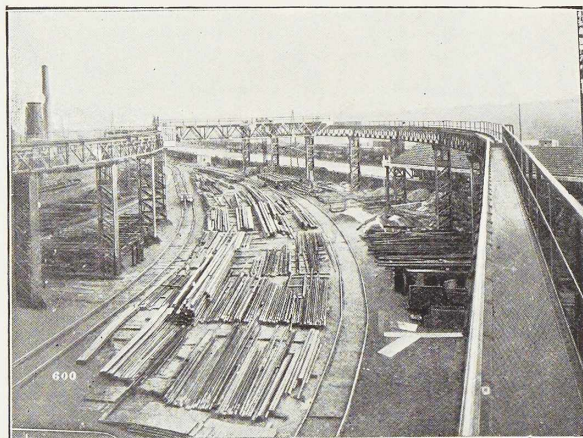
# AWANS-FRANÇOIS

SOCIÉTÉ ANONYME A LIÈGE

ÉTABLISSEMENTS FONDÉS EN 1872

Administrateurs-Directeurs-Gérants :

MM. A. de SAINT-HUBERT, ingénieur et Nic. FRANÇOIS



Pont roulant circulant en ligne droite et en ligne courbe

## DIVISION D'AWANS

TELEPHONE LIÈGE : 604.95

Télegr.: CONSTRUCTION-BIERSET

GRANDS PRIX-DIPLOME D'HON-

NEUR : BRUXELLES 1910

LIÈGE & BRUXELLES 1930

**Constructions mécaniques et métalliques**

**Manutentions**

**Installations complètes de surface p<sup>r</sup> les mines**

**Installations complètes de hauts fourneaux**

**Appareils de levage et de manutention**

**Réservoirs**

**Ponts et Charpentes**

## DIVISION DE BRESSOUX

TEL. LIÈGE : 116.28 ET 244.50

TELEGRAMMES : LABOR-LIEGE

**L'air comprimé dans toutes ses applications**

**Compresseurs - Ventilateurs -**

**Treuil - Haveuses - Moteurs à**

**air comprimé. - Outillage pneu-**

**matique et en général tous les**

**engins utilisant l'air comprimé**

# LES BETONS MODERNES

DIVISION DE LA S. A L'IMPREGNATION DES BOIS  
SIÈGE SOCIAL A HAREN-BRUXELLES

**TÉLÉPHONE 15.48.70**

**TOUS ARTICLES EN BÉTON VIBRÉ**

Licence exclusive des procédés Autobloc.  
Brevets Séailles.

Briques. Blocs pleins et creux. Dalles et plaques  
pour cloisons. Hourdis pour planchers. Sous-  
toitures. Parpaings. Bordures de route et trottoirs  
**SPECIALITÉ DE PRODUITS EN BETON BIMS**

**USINES : FLAWINNE. NAMUR. BREBIÈRES-SUD. PAS-DE-CALAIS. FRANCE**





# L'OEIL OBSERVATEUR DU CLIENT VOUS JUGERA PAR

..... l'aspect de votre installation.  
"Montre-moi tes outils, je te dirai qui tu es".  
Il vous faut donc des meubles modernes. Renseignez-vous sur les multiples avantages que vous procureront dans vos bureaux ou magasins, les meubles et rayons "ACIOR". Projets et devis d'installation gratuits. Demandez dépliant explicatif n° 6.

# MEUBLES ACIOR

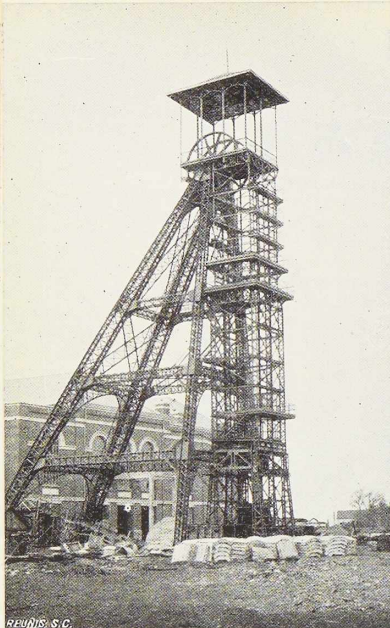
FABRIQUÉ EN BELGIQUE PAR LA  
MAISON DESOER

BRUXELLES, 16, rue des Boiteux - Tél. 17.28.40 / 17.73.49

LIEGE, 17, rue Sainte-Véronique - Tél. 149.00

PHOTO  
PIRON





REUNIS S.C.

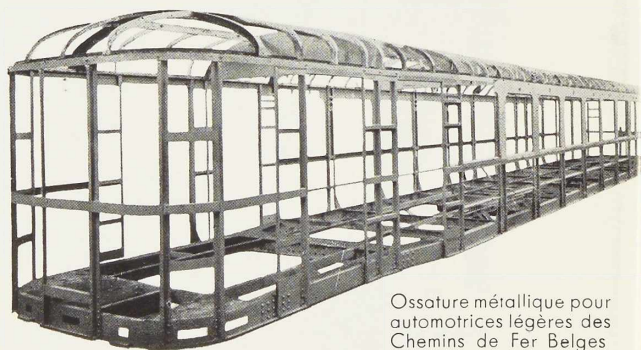
MATÉRIEL POUR CHEMINS DE FER ET TRAMWAYS



## LA BRUGEOISE ET NICAISE & DELCUVE

USINES A **SAINT-MICHEL-LEZ-BRUGES**  
ET A **LA LOUVIÈRE (Belgique)**

CHARPENTES  
CHASSIS A MOLETTES  
PONTS FIXES ET  
MOBILES. OSSATURES  
MÉTALLIQUES  
TOUS TRAVAUX  
**SOUDÉS OU RIVÉS**



Ossature métallique pour  
automotrices légères des  
Chemins de Fer Belges



### L'OXHYDRIQUE INTERNATIONALE S.A.

31, RUE P. VAN HUMBEEK, BRUXELLES Ouest

Oxygène  
●  
Acétylène-dissous  
Hydrogène

Azote. Air comprimé

Installations de Soudure  
Autogène et de Découpage  
Machines d'Oxy-coupage

Documentation, à titre gratuit, sur toutes les  
applications de la flamme oxy-acétylénique

Société Anonyme des Hauts Fourneaux  
Forges et Aciéries de

## THY - LE - CHATEAU & MARCINELLE à MARCINELLE

Fabrication de Fontes, Lingots, Brames,  
Blooms, Billettes, Rails, Poutrelles, Aciers  
marchands et Profils divers, Scories  
Thomas, Ciment de laitier, Briques de  
laitier, Laitiers granulé et concassé,  
Goudron de houille, Benzol Sulfate  
d'ammoniaque Piquets de clôture (Stan-  
dards et Varillas) en acier doux Thomas.

Télégrammes : **Wezmidi-Charleroi**

Téléphone : **Charleroi 293**





**BEAUTÉ  
TRANSPARENCE  
SOLIDITÉ**

La glace polie  
**A. M. G. E. C.**

EST EMPLOYÉE NOTAMMENT :

COMME VITRAGE DES FENÊTRES, COMME PANNEAUX DE PORTES  
ET DE MEUBLES, COMME DESSUS DE TABLES ET DE BUREAUX,  
COMME REVÊTEMENTS DE MURS, POUR LE VITRAGE DES AUTOS,  
TRAMWAYS, VOITURES DE CHEMINS DE FER, ETC.

## **Association des Manufactures de Glaces de l'Europe Continentale**

**11, rue du Gentilhomme, BRUXELLES**

Téléphone : 11.24.37

Liste des miroitiers fournie gratuitement sur demande adressée aux organismes affiliés en Belgique :  
**Union Commerciale des Glaceries Belges, 81, chaussée de Charleroi, Bruxelles.**  
Agence des Manufactures des Glaces et Produits Chimiques de Saint-Gobain, Chauny et Cirey,  
19, rue du Congrès, Bruxelles.



Renseignez-vous  
sur les emplois dans l'Architecture des  
GLACES DE SECURITE

**Glacetex et Securit**



Tous renseignements techniques, documentation, références, et conditions  
vous seront adressés gratuitement sur simple demande à  
l'Agence de Vente de la S. A. GLACERIES REUNIES, 82, rue de Namur, Bruxelles



Architecte J. César.

Photo « Clarté »

Immeuble pour bureaux  
garni de glace polie A. M. G. E. C.





# KRONOS

**OXYDE DE TITANE  
BLANCS DE TITANE**

**PIGMENTS DE  
BASE**



MAXIMUM  
DE POUVOIR COUVRANT  
MAXIMUM  
DE POUVOIR COLORANT

INERTIE CHIMIQUE, RESISTANCE AUX VAPEURS ACIDE

**SOCIETE BELGE  
DU TITANE, S. A.**

61, MARCHE-AUX-HERBES, BRUXELLES

## **FORGES ET LAMINOIRS DE BAUME**

**Soc. An. à HAINE-SAINT-PIERRE (Belgique)**  
Téléphone La Louvière 7 et 113. Compte chèques post. 15095

Fers laminés

de toutes dimensions et qualités

Fers de forges

Fers I, TRAVERSINES, Fers Z

Fers en U, cornières, petits rails vignoles,  
Rails aiguilles, RAILS ET BORDURES DE FUTS

Demi-Ronds, Octogones. Hexagones

RAYONS ET CERCLES DE FIXATION POUR ROUES DE WAGONS

BOSSAGES POUR WAGONS

Bandages ordinaires et à coins arrondis

Fers à grilles, Fers à châssis, CORNIÈRES A LITS

Profilés divers

**FERS A BOULONS, A RIVETS, A ÉCROUS**

Fers à cannes pour verreries

**FER CAVALIER EN QUALITÉ SPÉCIALE**

ÉCLISSES, PLAQUES D'ASSISE ET CRAPAUDS POUR RAILS

**FERS PUDDLES pour GROSSES CHAINES  
MARINES, MINES, CARRIÈRES, ETC.**

SOCIÉTÉ ANONYME

**USINES  
GUSTAVE BOEL**  
LA LOUVIÈRE, BELGIQUE

**Tôles:** tôles lisses, tôles striées, tôles à larmes.

**Larges-Plats. Ronds à béton. Fil-Ma-  
chine. Rails. Éclisses. Plaques.**

**Moulages d'acier:** Toutes pièces d'acier  
moulé, brutes et usinées pour matériel de  
chemins de fer et industries diverses.

**Essieux. Bandages. Trains de roues.  
Articles de Boulonnerie.**

TÉLÉPHONE: 1133, 1134, 1135 La Louvière

TÉLÉGRAMMES: Bcël La Louvière.



---

# ATELIERS DE CONSTRUCTION **PAUL BRACKE**

30 à 40, rue de l'Abondance, BRUXELLES

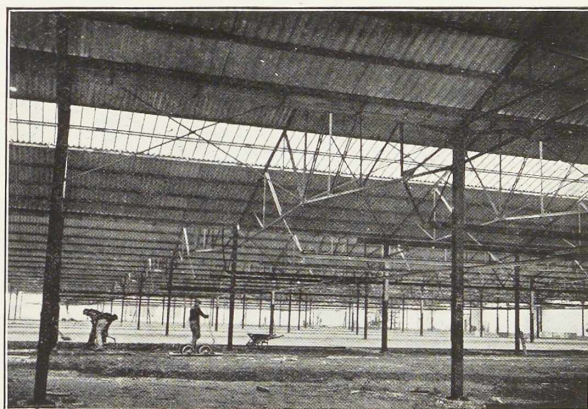
Constructions métalliques. - Ossatures. Charpentes - Gîtages. - Appareils de levage. - Ponts roulants - Monorails et Transporteurs pour toutes industries

**Téléphone 17.39.66**

**ETABLISSEMENTS  
FONDES EN 1896.**

---

Nouveaux magasins pour les  
Manufactures Céramiques  
d'Hemixem, Gillot & Co.  
Superficie environ 15000 m<sup>2</sup>.



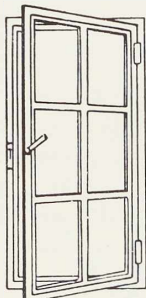
---

## **SOCIÉTÉ COMMERCIALE DE BELGIQUE**

SOCIÉTÉ ANONYME A OUGRÉE  
MONOPOLE DE VENTE DES PRODUITS:  
LAMINOIRS D'ANVERS A SCHOOTEN  
USINES DE MONCHERET A ACOZ

SECTIONS  
P O U R  
FENÊTRES

L T U  
A ANGLES  
VIFS



SECTIONS  
SPÉCIALES  
POUR LA  
MENUISERIE  
MÉTALLIQUE



MOULURES,  
MAINS-COURANTES,  
NEZ-DE-MARCHES, ETC.

---

# ARCOS

LA SOUDURE  
ÉLECTRIQUE  
AUTO GÈNE  
58-62, RUE DES DEUX-GARES  
BRUXELLES

voir  
annonce  
page

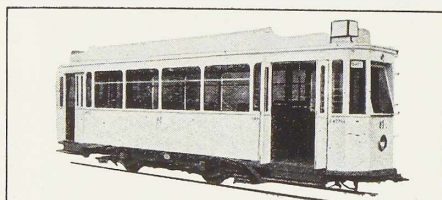
**23**



---

**SOCIÉTÉ ANONYME DES  
ATELIERS DE LA DYLE**  
LOUVAIN (Belgique)

Matériel roulant de  
Chemins de Fer et Tramways  
Ressorts - Pièces embouties  
Réservoirs - Tanks



VOITURE MÉTALLIQUE SOUDÉE

---

**H A D I R**

Société des Hauts Fourneaux et Aciéries  
de DIFFERDANGE - St - INGBERT - RUMELANGE  
2, avenue de la Porte-Neuve, Luxembourg

DIVISION DE DIFFERDANGE

(Usines de Differdange, Rumelange et Ottange)

Fontes Thomas et de moulage - Blooms  
et méplats - Billettes - Largets - Fers  
ronds - carrés - plats - Fers U - Poutrelles  
normales - Cornières - Spécialité de  
poutrelles GREY à larges ailes et à  
faces parallèles de 100 à 1000 mm.  
de hauteur, en toutes longueurs.

---

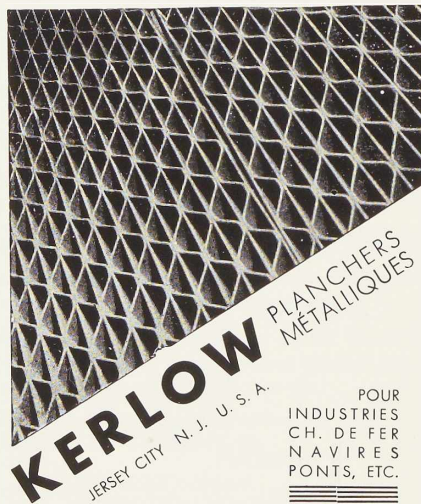
**LAMINOIRS DU  
MONCEAU**

SOCIÉTÉ ANONYME  
**MÉRY-TILFF**

**T O L E S**

POUR TOUS USAGES  
TOLES ORDINAIRES  
LIS S É E S, P O L I E S  
L U S T R É E S, D É C A P É E S  
TOLES MAGNÉTIQUES  
POUR DYNAMOS  
ET TRANSFORMATEURS  
TOLES SPÉCIALES  
POUR MEUBLES ET LITS

TÉLÉPHONE :  
E S N E U X 2 2



**KERLOW**  
JERSEY CITY N. J. U. S. A.

PLANCHERS  
MÉTALLIQUES

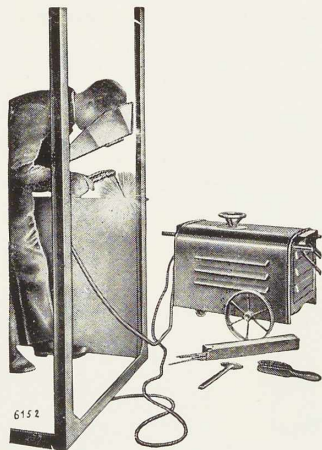
POUR  
INDUSTRIES  
CH. DE FER  
NAVIRES  
PONTS, ETC.

AGENT :

**A. FABER-CLERBOIS**

220, RUE FERDINAND - NICOLAY  
ST - NICOLAS - LEZ - LIÈGE





Pour tous vos ouvrages de  
**FERRONNERIE - TOLERIE**  
**CHARPENTE - REPARATION**

les postes de soudure et les électrodes

**"Electromecanic"**

vous permettront d'abaisser vos prix de  
revient en maintenant la qualité

Demandez prix et catalogue à

**S'A' ÉLECTRICITÉ & ÉLECTROMÉCANIQUE**  
19-21 RUE LAMBERT CRICKX  
BRUXELLES

*Cette revue est tirée  
par l'Imprimerie*

**GEORGES  
T H O N E**  
A L I E G E



CLICHES  
POUR TOUTES IMPRESSIONS

ETABLISSEMENTS DE PHOTOGRAVURE

**TALLON & C°S.A**

22-26, RUE SAINT-PIERRE, BRUXELLES

TÉL. : 17.08.82. CH. POST. : 251. R. C. BRUXELLES 560

L O N D R E S . L I L L E