

# L'OSSATURE MÉTALLIQUE

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER

éditée par

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

38, boul. Bischoffsheim, Bruxelles - Téléph. : 17.16.63 (2 lignes)

Chèques post. : 340.17 - Adr. télégr. : « Ossature-Bruxelles »

13<sup>e</sup> ANNÉE

N<sup>o</sup> 5 - MAI 1948

## S O M M A I R E

La reconstruction du théâtre de Louvain, par M. Lens . . .	211
Construction du pont d'Argenteuil, par A. Schmid . . .	223
Charpente métallique de la centrale électrique de Gennevilliers . . . . .	230
Reconstruction des ponts-rails détruits en Hongrie, par I. Korányi . . . . .	231
Assemblée Générale annuelle du Centre Belgo-Luxem- bourgeois d'Information de l'Acier . . . . .	239
Détermination des tensions résiduelles de quelques cons- tructions soudées, par W. Soete, R. Van Crombrugge et Ch. De Wulf . . . . .	246
CHRONIQUE : Le marché de l'acier pendant le mois de mars 1948. - Lancement du paquebot « Elisabethville ». - Congrès International des Fabrications Métalliques, Paris 1948. - Toitures à versants portants. - Concours international pour une nouvelle voie de communication à Stockholm. - Conférence du Professeur Baes, à Luxembourg . . . . .	256
BIBLIOTHÈQUE . . . . .	259
BIBLIOGRAPHIE . . . . .	260

A B O N N E M E N T S 1948 (11 numéros) :

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

**France et ses Colonies** : 1.600 francs français, payables au dépositaire général  
pour la France : Librairie des Sciences, GIRARDOT & C<sup>ie</sup>, 27, quai des  
Grands-Augustins, Paris 6<sup>e</sup> (Compte chèques postaux : Paris n<sup>o</sup> 1760.73).

**Etats-Unis d'Amérique et leurs possessions** : 8 dollars, payables à M. Léon  
G. RUCQUOI, Technical Consultant to the Steel and Mechanical Indus-  
tries of Belgium & Luxemburg, 30 Rockefeller Plaza, New York 20, N. Y.

**Autres pays** : 350 francs belges.

Tous les abonnements prennent cours le 1<sup>er</sup> janvier.

P R I X D U N U M É R O :

**Belgique, Grand-Duché de Luxembourg, Congo belge** : francs belges 25,-,  
**France** : francs français 180,-, **autres pays** : francs belges 40,-.

D R O I T D E R E P R O D U C T I O N :

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



*tous les techniciens s'accordent  
pour dire...*

QUE les électrodes **OK**  
constituent un élément re-  
marquable pour la réussite  
de n'importe quelle cons-  
truction soudée.

Non seulement leurs pro-  
priétés mécaniques sont  
excellentes, mais elles s'im-  
posent par l'équilibre har-  
monieux de leurs caracté-  
ristiques technologiques...

QUE les transformateurs et les  
groupes de soudure  
**ESAB** sont conçus  
par des spécialistes de la  
soudure en vue de rendre le  
travail plus facile et meil-  
leur.



**ESAB**

SOCIÉTÉ ANONYME

116 - 118, RUE STEPHENSON

BRUXELLES - TÉLÉPHONE : 15.91.26



ELECTRO SOUDURE AUTOGENE BELGE S. A.





PONT DE STEINBACH (SUISSE) LONGUEUR : 410 M.  
CONSTRUCTEUR : EISENBAUGESELLSCHAFT, ZURICH



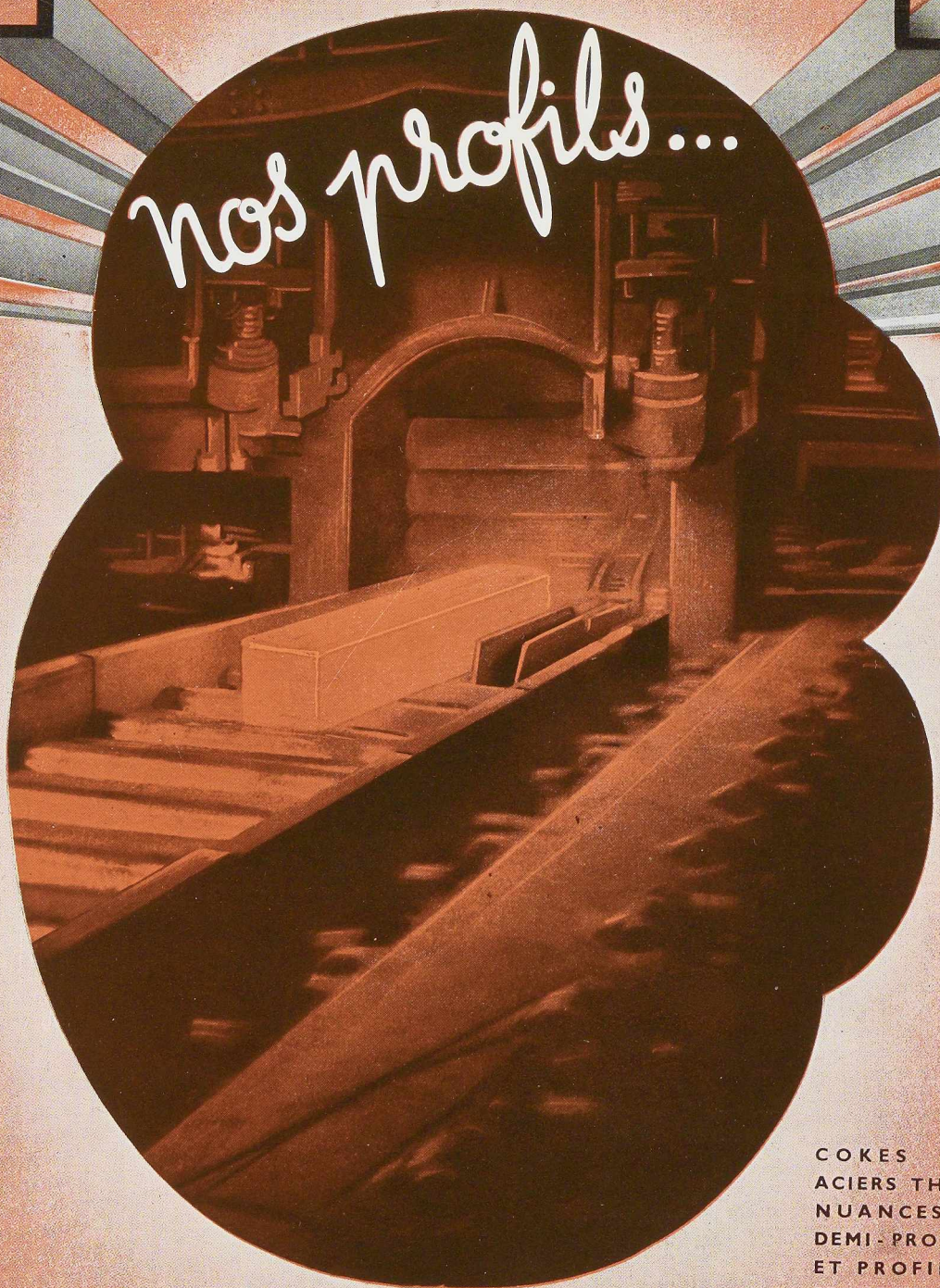
DE **DIFFERDANGE**

AGENCE DE VENTE POUR LA BELGIQUE ET LE CONGO BELGE :  
**DAVUM, S. A.**, 22, rue des Tanneurs, 22, Anvers.  
Téléphone 299.17. (5 lignes) — Télégramme Davumport



S

*nos profils...*



COKES ET FONTES,  
ACIERS THOMAS TOUTES  
NUANCES EN LINGOTS,  
DEMI-PRODUITS, BARRES  
ET PROFILS SPÉCIAUX.  
SCORIES THOMAS ET CEMENTS.

SOC. AN. DES HAUTS-FOURNEAUX FORGES & ACIERIES DE  
**THY-LE-CHATEAU & MARCINELLE**

MARCINELLE : TÉL. CHARLEROI 122.93 • TÉLÉGR. WEZMIDI-CHARLEROI

Studio-Simar-Stevens



# L'OSSATURE MÉTALLIQUE

## REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER

13<sup>e</sup> ANNÉE - N° 5

MAI 1948

### La reconstruction du théâtre de Louvain

par **M. Lens,**

Ingénieur-Directeur des Travaux de la Ville de Louvain

Le théâtre primitif de Louvain fut construit entre 1863 et 1869 par l'architecte Lavergne et, comme les établissements similaires de cette époque, était construit en grande partie en bois.

Les charpentes de la salle et de la scène, très lourdes et très compliquées, étaient en chêne massif de très fort équarrissage.

Tout l'équipement du plateau tel que les chariots porte-décors avec les mâts qui les desservaient, les costières dans lesquelles ils se déplaçaient, les treuils de manœuvre des fonds et appareils d'éclairage, etc., étaient entièrement en bois dur.

Les escaliers, galeries, ossature des balcons de la salle, planchers des greniers, mobilier de salle et de scène et décors et accessoires divers, etc., constituaient un ensemble éminemment combustible.

Si l'on y ajoute la présence sur la scène, déjà encombrée par les cordes destinées aux différentes manœuvres, de tout un matériel scénique qu'il était impossible de loger ailleurs, faute de place, on peut se représenter le danger permanent que présentait une telle situation.

Incendié par les troupes allemandes en 1914, lors du sac de la ville, il brûla pendant quatre jours tant le cube de bois qu'il renfermait était important. Il ne resta de l'édifice que les murs extérieurs et le mur de salle en forme de fer à cheval très ouvert.

Pour des raisons budgétaires, ces murs durent être maintenus et il fallut, par conséquent, conserver la forme antérieure de la salle. Des balcons furent reconstruits et l'amphithéâtre du troisième balcon fut agrandi de manière que la salle puisse contenir au total 1 100 personnes.

Cette reconstruction se fit suivant les principes

traditionnels en ne perdant pas de vue qu'il s'agissait d'un théâtre sans troupe permanente — à spectacles intermittents, par conséquent — et ne disposant pas d'un personnel de scène nombreux.

Les plans du parterre et du premier balcon ainsi que la coupe longitudinale faite dans l'axe de la scène permettent de se rendre compte de la disposition adoptée (fig. 306, 308 et 309).

La reconstruction se fit en deux phases : gros-œuvre et parachèvement. Le gros-œuvre comprenait la charpente métallique du bâtiment, le grill en acier supportant le plafond de la salle et la construction des plateaux en béton du parterre, des balcons, du foyer, des dégagements et des escaliers ainsi que des gradins d'amphithéâtre reposant sur poutrelles Grey.

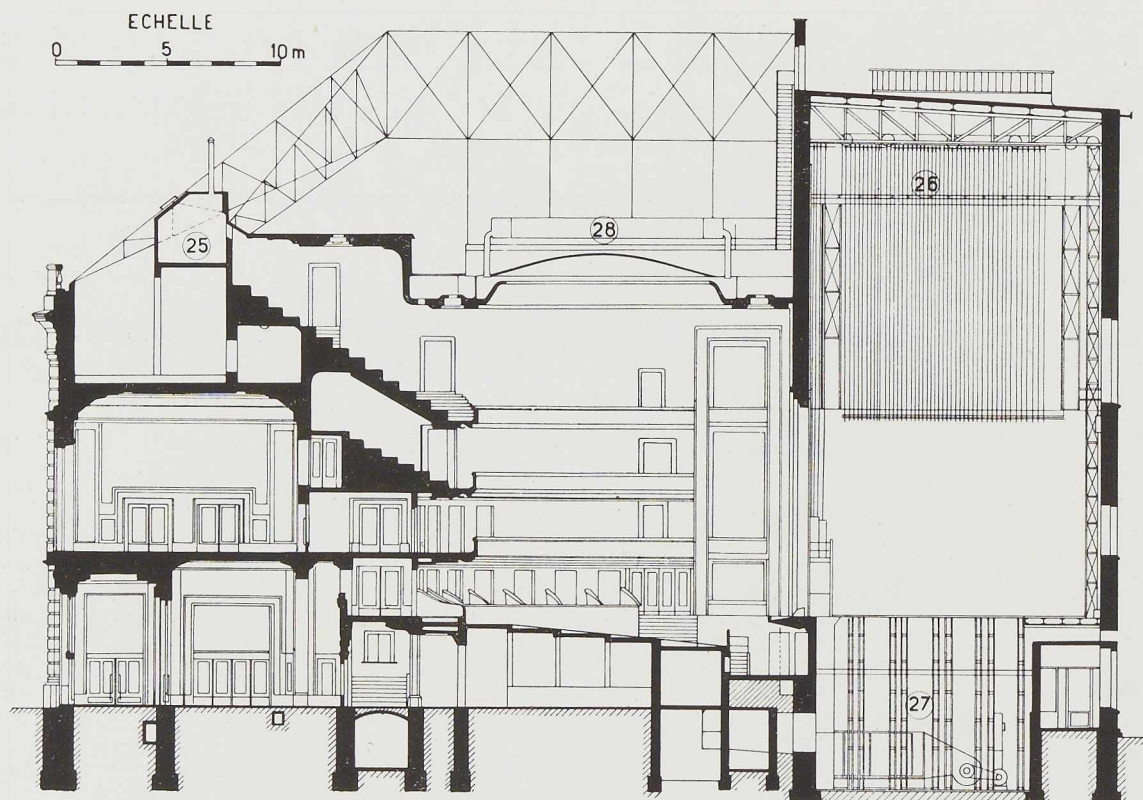
Le parachèvement fut mis au concours et M. Van den Hende, architecte à Gand, fut déclaré lauréat et chargé du travail.

Sa mission s'étendait à la décoration et au parachèvement du tambour d'entrée, de la salle des pas perdus, de l'escalier d'honneur, du grand vestiaire du rez-de-chaussée, du foyer et de l'auditorium. Le parachèvement du restant du théâtre incombait au service technique communal ainsi que l'installation de l'électricité, de l'équipement mécanique et électrique de la scène et du chauffage de tous les locaux.

L'architecte Van den Hende s'était adjoint des artistes tels que le peintre Montald, pour le plafond de la salle et la frise du cadre de rideau, le peintre Langaskens pour la décoration picturale du foyer, le sculpteur Verbanck pour les cinq hauts-reliefs de la salle des pas perdus, le peintre Dierickx pour la frise de l'escalier d'honneur, le lustrier De Meyer et le ferronnier d'art Achille







**Fig. 306.** Coupe longitudinale du théâtre de Louvain :  
25. Cabine cinématographique. - 26. Gril de scène. - 27. Installation  
de conditionnement d'air. - 28. Aménée d'air pulsé dans la salle.

François pour la rampe de l'escalier d'honneur et les balconnets de l'entresol du foyer.

Les autres travaux furent mis en adjudication publique.

Pour la marbrerie furent utilisés les marbres Boisjordan, Rouge de Rance, Griotte, Gris Sainte-Anne et Noir belge et pour les menuiseries des bois du Congo.

Les quincailleries, les garnitures des balcons, le placement des tapis et linoléums, la peinture décorative de la salle et celle des dégagements ainsi que la pose des parquets, la plomberie et installations sanitaires, la vitrerie, la fourniture des pupitres à musique métalliques et le mécanisme de rideau, firent l'objet d'adjudications séparées.

Les différents entrepreneurs fournirent un travail impeccable et collaborèrent ainsi à réaliser un ensemble décoratif bien réussi.

Restaient l'installation de l'éclairage, du chauffage, l'équipement mécanique et électrique de scène et la fourniture de tous les sièges.

### Charpente métallique

Charpente de la salle (fig. 315, p. 220)

Elle est composée de cinq fermes F en treillis, à versants symétriques de 27<sup>m</sup>76 de portée et 11<sup>m</sup>645 de hauteur. Elles sont du type « ferme anglaise », s'appuyant d'une part sur murs par l'intermédiaire d'un dé en béton et d'autre part sur murs ou poutrelles Grey par l'entremise d'un dispositif de dilatation à rouleaux.

Le théâtre, présentant un avant-corps assez développé, la charpente de salle se continue du côté de la façade par sept demi-fermes en éventail formant arêtiers, noues et croupe.

Deux fermes d'arêtier *a* ont 16<sup>m</sup>436 de portée avec empanon *f* de 8<sup>m</sup>044; deux autres arêtiers *c* ont une portée de 15<sup>m</sup>97 avec empanon *e* de 7<sup>m</sup>386; la demi-ferme de croupe *d* a 13<sup>m</sup>850 de portée tandis que les deux fermes de noue *b* ont une portée de 12 mètres.

Toutes ces fermes sont également en treillis et





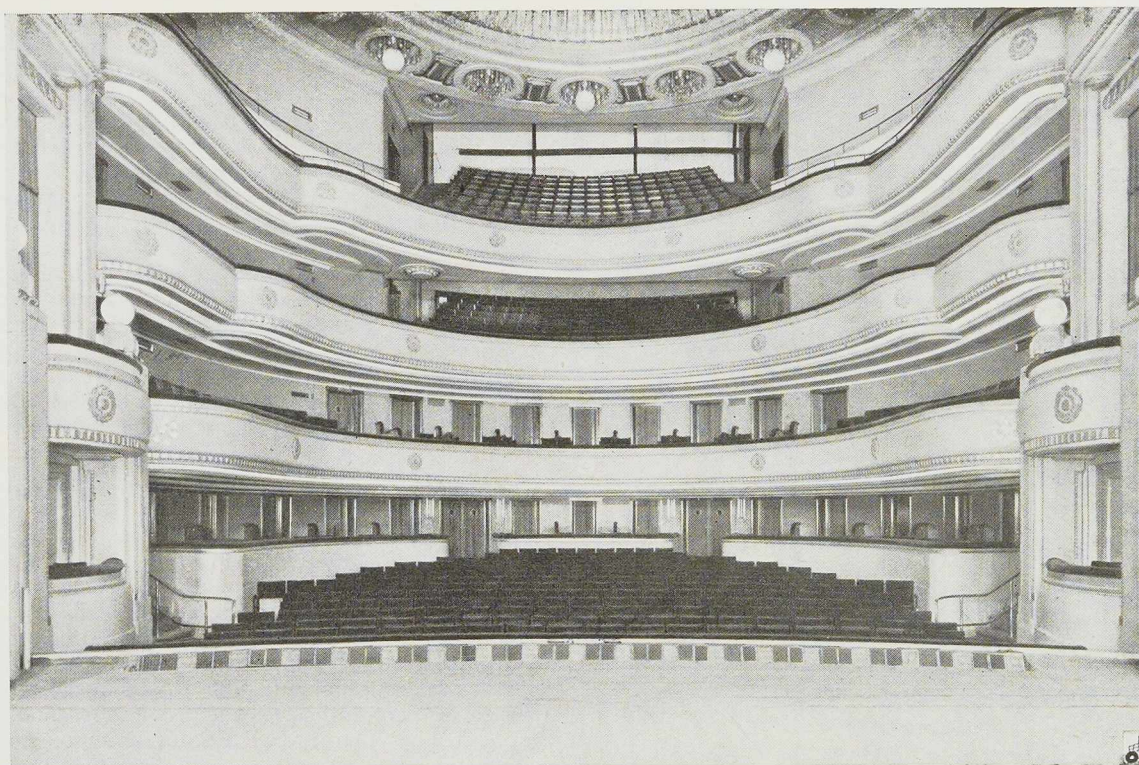


Fig. 307. Vue intérieure du théâtre de Louvain.

Photo Sergysels.

viennent se réunir à la première ferme courante au moyen de deux demi-tambours en tôle de 390 mm de rayon, entretoisés pour leur donner plus de rigidité.

Toutes les charpentes sont rivées et les fermes d'arêtier, de noue et de croupe sont boulonnées aux tambours de la première ferme.

Les pannes, en poutrelles P N 12, sont écartées de 3 mètres environ, elles supportent des chevrons en poutrelles P N 8, écartés de 1<sup>m</sup>75, de façon à soutenir une sous-toiture en terre cuite, système Francart, avec rainures pour la fixation des crochets d'ardoises.

L'imposante toiture en ardoises, qui couronne l'édifice, avec son jeu de versants du côté de la façade, est d'un effet esthétique très réussi et se marie très heureusement avec l'architecture classique de la façade.

Dans la charpente de la salle et après la construction de celle-ci, ont dû être logées les cabines de projections cinématographiques et de bobinage de films, ayant ensemble une longueur de 8<sup>m</sup>90, une profondeur de 3 mètres et une hauteur de 3<sup>m</sup>05.

Cet encastrement dans la charpente de ces deux locaux, en maçonnerie pour éviter les risques d'incendie, a nécessité évidemment des modifications notables des fermes de croupe et d'arêtier. Les entrants de trois d'entre elles ont dû être coupés et une poutre en treillis d'une portée égale à la longueur des deux locaux prévus, a été construite pour soutenir les charpentes sectionnées du côté salle.

Du côté des pieds des charpentes, les entrants viennent se rattacher à la carcasse métallique des cabines. Ce travail a pu s'effectuer convenablement et avec toutes garanties de stabilité, parce que les charpentes étant métalliques, leur découpage et leur raccord à l'ossature des cabines n'ont pas présenté de bien grandes difficultés.

Enfin un escalier métallique donne accès à la cabine cinématographique à partir du niveau du troisième balcon.

#### Charpente de la scène

Elle comprend cinq poutres en treillis à membrures non parallèles, de 14 mètres de portée,



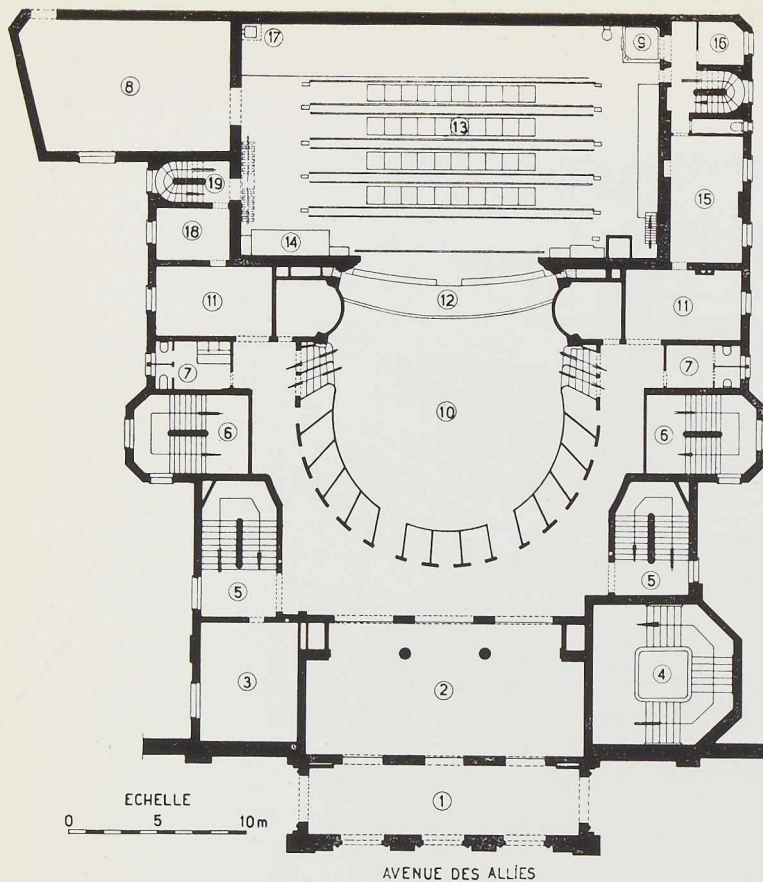


Fig. 308. Plan du parterre :

1. Tambour d'entrée.
2. Salle des pas perdus.
3. Bureau de location du soir.
4. Escalier d'honneur.
5. Escaliers vers les premier et deuxième étages.
6. Escalier vers le 3<sup>e</sup> étage et l'amphithéâtre.
7. Lavatory.
8. Atelier, magasin de décors.
9. Monte-charges.
10. Parterre.
11. Vestiaires secondaires aux étages.
12. Fosse d'orchestre.
13. Plateau de scène.
14. Jeu d'orgues et gradateur de salle.
15. Foyer des artistes.
16. Cabinet du médecin.
17. Ascenseur pour machiniste.
18. Atelier de l'électricien.
19. Escalier de service.

écartées de 3<sup>m</sup>966 et dont la hauteur à l'extrémité côté salle est de 1<sup>m</sup>50 tandis que du côté corniche elle n'est que de 1<sup>m</sup>20 pour assurer l'écoulement des eaux pluviales sur la couverture.

Les deux espaces, compris entre les murs latéraux de la scène et les poutres voisines, sont fermés par un dallage en béton entre poutrelles de P N 16, tandis que les espaces entre les deux poutres suivantes, de part et d'autre, sont occupés en partie par une trappe de 4 mètres sur 4<sup>m</sup>50 couverte par quatre panneaux mobiles en

tôle inclinés, et qui s'ouvrent en cas d'incendie, en roulant sur rails par simple déclenchement au moyen d'une traction sur une poignée au niveau du plateau de scène.

De plus, deux lanterneaux vitrés de 4 mètres sur 2 mètres sont adossés à chaque trappe et un remplissage en béton complète la travée.

L'espace compris entre les trois poutres centrales est fermé par un dallage en béton entre poutrelles P N 16.

C'est à cette charpente que sont suspendus le grill de scène, les deux passerelles latérales, les ponts volants et tous les mécanismes des perches de scène.

Cette toiture de scène est donc parfaitement incombustible et est strictement conforme aux prescriptions légales sur la matière.

#### Charpente des gradins du premier amphithéâtre

Le premier amphithéâtre comprend 160 fauteuils. Il est en encorbellement au delà du mur de la salle, au niveau du second balcon.

Le mur de fond de salle, sous l'amphithéâtre, étant un simple remplissage en maçonnerie, n'était pas suffisamment solide pour supporter la charge de l'amphithéâtre. On a donc été amené à reporter ces charges sur les murs latéraux qui donnaient toute garantie de stabilité, au moyen d'une poutre en treillis de 11<sup>m</sup>585 de portée et 1<sup>m</sup>550 de hauteur. A cette poutre viennent se fixer sept charpentes, en forme de demi-fermes, et disposées en éventail. Deux de ces charpentes ont 2<sup>m</sup>95 de portée, deux autres ont 3<sup>m</sup>07, les deux suivantes ont 3<sup>m</sup>437 et la demi-ferme centrale a une portée de 4<sup>m</sup>099.

Les pieds de ces charpentes sont scellés dans le béton et elles supportent à quatre niveaux différents, correspondant aux gradins, des poutrelles à larges ailes Hx 12 cintrées suivant les rayons respectifs de 9<sup>m</sup>005, 9<sup>m</sup>795, 10<sup>m</sup>585 et 11<sup>m</sup>375.

Sur ces poutrelles ont été construits les gradins proprement dits recevant les fauteuils. Le vide sous les gradins a été utilisé pour la reprise de l'air de la salle au niveau du second balcon par des bouches ménagées dans la face des gradins.

Les charpentes et les poutrelles Grey constituent un ensemble d'une stabilité parfaite avec un minimum de poids.

#### Gradins du second amphithéâtre

Le second amphithéâtre renferme 183 sièges répartis sur neuf gradins. Les deux premiers reposent sur le balcon en béton; les deux derniers s'appuient sur le plateau en béton couvrant





le passage sous le second amphithéâtre. Les cinq gradins intermédiaires sont supportés par des poutrelles de 12 mètres de portée qui ont 400 mm de hauteur et un écartement d'un mètre environ.

Sur ces poutrelles rectilignes a été placé le plancher en bois sur lequel les fauteuils sont disposés en arc de cercle, permettant ainsi une très bonne visibilité.

Dans la face des gradins se trouvent les bouches de reprise d'air au niveau du troisième balcon et le vide sous les gradins est raccordé au ventilateur aspirant de l'installation de chauffage.

Le cul-de-sac que forme le second amphithéâtre est de la sorte parfaitement ventilé.

#### Gril de support de la coupole centrale de la salle

La coupole est en stuc, d'une épaisseur de 15 mm. Elle est raidie par des armatures radiales et circulaires en fil d'acier de 5 mm de diamètre, convenablement agrafées entre elles et l'ensemble est suspendu par un grand nombre de tirants en fil d'acier aux poutrelles d'un gril métallique qui surplombe le tout.

Ce gril est constitué de quatre poutres en treillis, dont deux de 14<sup>m</sup>505 de portée et les deux autres de 13<sup>m</sup>30 de portée et d'une hauteur commune de 1<sup>m</sup>20. Elles forment pratiquement un ensemble carré sur lequel reposent des poutrelles PN 20.

Le même gril soutient également toute la tuyauterie en tôle galvanisée qui amène l'air conditionné dans la gorge qui entoure la coupole. Deux tuyauteries maîtresses, de section décroissante, se subdivisent chacune en huit tuyauteries secondaires terminées par des manchettes de 200 mm de diamètre qui traversent la coupole près de sa périphérie et débouchent dans la gorge.

Cette gorge en stuc, qui entoure la coupole et sert d'exutoire à l'air destiné à la salle, renferme également les 60 lampes de 200 watts qui éclairent la coupole.

Cette construction en stuc a dû être évidemment soutenue par une charpente formée de 48 chevalets métalliques, en forme d'équerres, suspendus au gril par leur branche verticale tandis que la branche horizontale s'ancre dans les murs pour recevoir le plancher de visite qui entoure la gorge. A ces chevalets est fixée la paroi verticale de la gorge circulaire qui se raccorde à la coupole pour former une gaine parfaitement étanche empêchant toute fuite de l'air soufflé dans les combles.

Enfin le plafond en stuc du second amphithéâtre est suspendu à son tour à un poutrellage léger s'appuyant d'une part sur le mur de fond

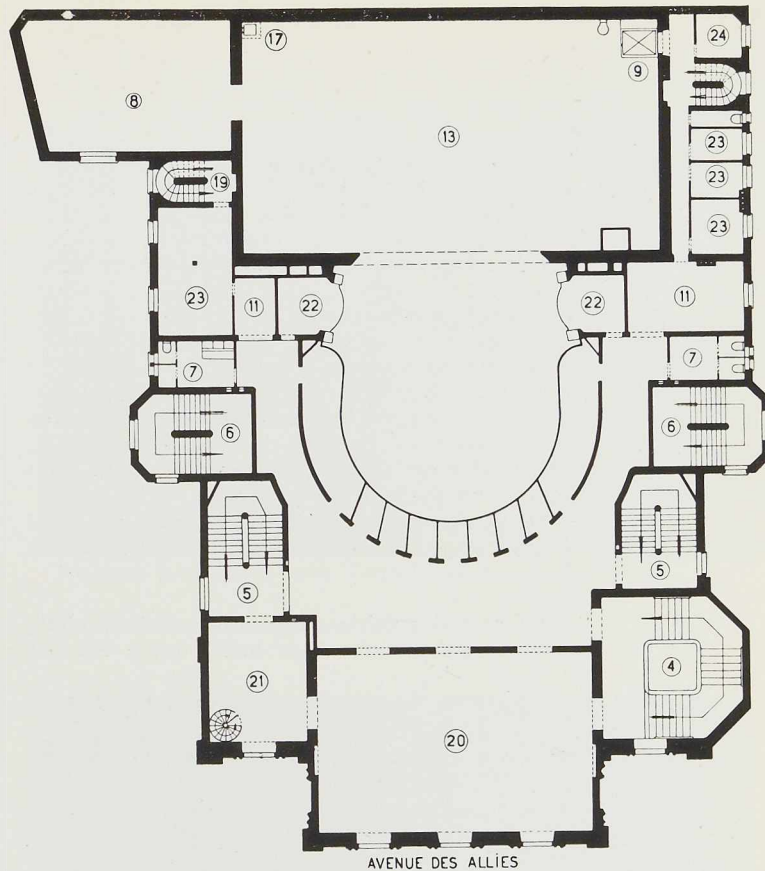


Fig. 309. Plan au niveau du premier balcon :

- 20. Foyer du public.
- 21. Office.
- 22. Avant-scène.
- 23. Loges d'artistes et choristes.
- 24. Loges de grimeur.

(Pour la légende des numéros 1 à 19, voir fig. 308, ci-contre.)

et d'autre part sur une poutre métallique en treillis de 12 mètres de portée et de 2 mètres de hauteur, parallèle à celle du gril faisant face à la scène. Entre ces deux dernières poutres est ménagé un passage réunissant les deux côtés des combles, ceci dans le but de pouvoir faire, après chaque représentation et au point de vue du danger d'incendie, une inspection générale du bâtiment, sans rebroussement.

Un escalier métallique, placé contre le mur de scène, permet de se rendre des combles à la toiture de scène, avec accès sur celle-ci par une porte également métallique.

#### Ossature métallique des garde-corps de balcons

La face des garde-corps des balcons est en stuc et est fixée à une armature formée d'une série d'équerres en poutrelles de 60.35.4, dont les

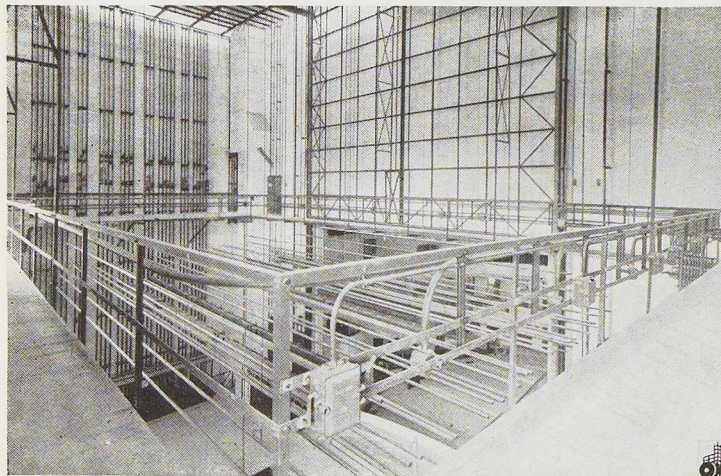


jambes horizontales reposent sur le plateau en béton des balcons et y sont scellées, tandis que les jambes verticales sont réunies entre elles, à la partie supérieure par une ceinture en fer U PN 8 et la partie inférieure par une cornière de 50.37.5. Le nombre total d'équerres métalliques est de 122 se répartissant en 38 éléments au premier balcon, 40 au second et 44 au troisième.

Cette armature métallique a été habillée du côté de la salle par des éléments en stuc préfabriqués et agrafés à l'armature, d'une pièce de bois horizontale profilée destinée à recevoir le bourrelet d'appui et, intérieurement, d'un revêtement en multiplex.

Le garde-corps du troisième balcon est garni d'une rampe supplémentaire en tubes, posée sur le bourrelet d'appui, pour éviter tout accident.

De ce qui précède on peut se rendre compte de l'emploi important de métal qui a été fait



**Fig. 310.** Le rideau de fer vu de la passerelle du fond.

lors de la reconstruction du théâtre, ce qui n'a nuï en rien à l'esthétique de l'ensemble.

En effet les ossatures métalliques, absolument invisibles, ont permis une utilisation générale des revêtements en stuc, dont les éléments préparés d'avance ont pu être posés avec la plus grande facilité.

Seule la coupole proprement dite a dû être construite sur place, vu ses dimensions, au moyen d'un coffrage en forme de secteur circulaire tournant autour d'un axe central et s'appuyant sur un rail circulaire à son extrémité libre.

La coupole a été exécutée de la sorte en 16 sec-

teurs, à joints masqués, formant pratiquement un monolithe soutenu par le grill. Une toile décorative du peintre Montald a été marouflée ensuite sur la coupole et donnait un effet se mariant parfaitement avec l'architecture de la salle.

Les bombardements de 1944 ont hélas gravement endommagé le plafond de la salle et l'œuvre de Montald apparaît comme définitivement perdue.

Comme il a été dit plus haut, toutes les gaines destinées au chauffage et à la ventilation du théâtre sont invisibles parce qu'elles ont été aménagées dans le vide existant sous les planchers des balcons, du parterre, des gradins d'amphithéâtre et dans le plafond du grand vestiaire du rez-de-chaussée et ce, grâce à l'emploi généralisé de stuc sur ossatures internes. Ce procédé a permis des réalisations très ingénieuses car toutes les gaines ainsi créées aboutissent finalement à deux grandes cheminées de reprise d'air qui vont jusqu'au ventilateur aspirant situé sous les combles.

#### Machinerie de scène

Le plancher de la scène a 23<sup>m</sup>75 sur 13<sup>m</sup>75 et est horizontal pour permettre l'interchangeabilité des décors qui forment les rues, côtés cour et côté jardin.

Le plateau est divisé en six rues, comprenant chacune dix panneaux amovibles de 1 m<sup>2</sup> de surface chacun et qui s'effacent latéralement sous le plancher fixe de façon à créer, dans le plateau, à un endroit quelconque, une ouverture variant de 1 à 10 m<sup>2</sup> et susceptible de permettre l'apparition ou la disparition d'un personnage au moyen d'un tampon déplaçable dans le premier dessous de scène.

La charpente de scène est en acier soudé et comprend deux dessous. Dans le second dessous se trouvent les appareils de conditionnement d'air du théâtre. On a accès aux dessous par deux escaliers métalliques, placés de chaque côté de la scène.

Entre les rues sont disposées les costières dans lesquelles se déplacent des chariots métalliques supportant des mâts de hauteur variable auxquels peuvent s'attacher les pans de décors parallèles au cadre du rideau.

Dans chaque costière se trouvent deux chariots : l'un portant un seul mât et l'autre deux mâts. De la sorte il est possible de dresser des panneaux de décors très importants.

Les herses, lanternes d'horizon, les frises et toiles de fond sont suspendues à 30 perches, en tubes métalliques de 15 mètres de longueur et de 50 mm de diamètre, soutenues chacune par





quatre câbles métalliques de 6 mm de diamètre qui, par des renvois de poulies fixées au gril, viennent se réunir à un contrepoids coulissant verticalement contre le mur latéral de scène, côté cour. De la sorte se meuvent contre ce mur, c'est-à-dire sans aucun encombrement sur le plateau, les 30 contrepoids guidés qui peuvent être mis en mouvement par une simple traction sur une corde sans fin en chanvre. Les contrepoids sont constitués d'éléments en fonte de poids variables, peints d'une même couleur pour un même poids. L'effort du machiniste pour mettre en mouvement herSES, frises ou toiles de fond est donc ainsi réduit au strict minimum.

La toile d'horizon, de 35<sup>m</sup>50 de développement et 10 mètres de hauteur, est suspendue à un tube métallique de 50 mm de diamètre en forme d'U dont l'âme, parallèle au rideau, a 15<sup>m</sup>50 de longueur et les côtés en retour chacun 10 mètres. Ce tube est supporté en dix points par des câbles de 6 mm de diamètre qui, par des renvois de poulies au gril, viennent se réunir à quatre contrepoids se déplaçant verticalement contre le mur de fond de scène. Deux cordes sans fin, en chanvre, servent à soulever la toile d'horizon parfaitement équilibrée.

La toile d'horizon est peinte en bleu clair avec, à la partie inférieure, une bande représentant la mer. C'est sur cet horizon que se profilent les décors découpés de façon à obtenir les effets scéniques les plus variés et notamment les lointains.

Pendant la plantation des décors, la toile d'horizon est soulevée jusqu'au cintre, laissant le plateau entièrement libre; le décor planté, la toile est descendue et entoure toute la scène. Ce dispositif évite les plis inévitables que provoquerait l'enroulement d'une toile de grande surface sur les tambours de deux grands treuils, à axe vertical, placés de chaque côté du cadre de rideau, comme cela se rencontre encore dans certains théâtres.

A 9<sup>m</sup>50 au-dessus du plateau, se trouvent, contre les murs latéraux de scène, côté cour et côté jardin, deux galeries métalliques de 3<sup>m</sup>50 de largeur, qui sont réunies par deux ponts volants de 0<sup>m</sup>60 de largeur. Celui contre le cadre de rideau permet la surveillance du mécanisme de ce dernier et la manœuvre du manteau d'Arlequin et de la draperie mobile qui diminue le cadre de scène.

Des manteaux mobiles verticaux, suspendus à des rails, modifient la largeur du cadre.

Les dimensions normales du cadre de rideau étant de 10<sup>m</sup>20 de largeur sur 9 mètres de hauteur peuvent ainsi être ramenées respectivement à 7<sup>m</sup>80 et 4 mètres par le manteau d'Arlequin.

Les prescriptions légales, en matière d'incendie, ont été respectées par la construction :



Photo Sergysels.

Fig. 311. Grand vestiaire du rez-de-chaussée.

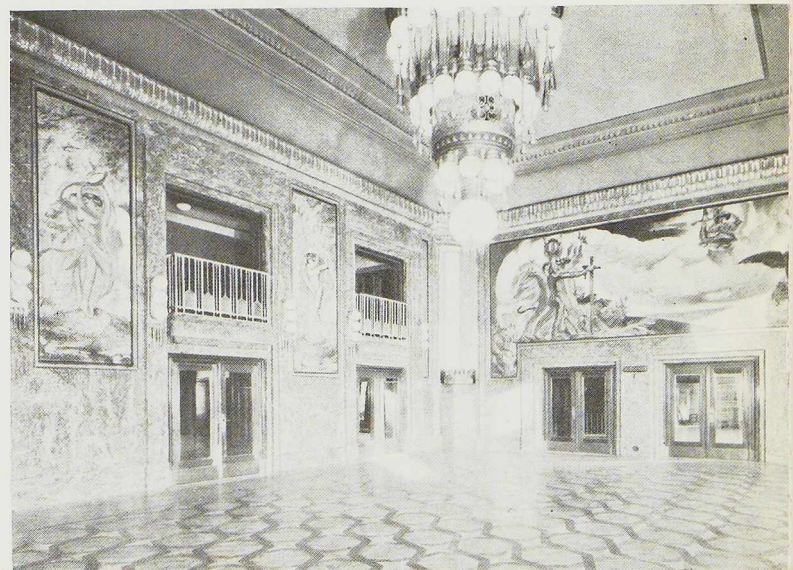
1<sup>o</sup> D'un rideau de fer, de 10<sup>m</sup>50 sur 9<sup>m</sup>50 en tôle de 3 mm d'épaisseur, doublé d'amiante de 10 mm d'épaisseur, côté scène. La tôle est posée sur une ossature métallique pesant au total environ 5 tonnes. Il est parfaitement équilibré et mis en mouvement par un treuil électrique mû par simple poussoir actionné de la scène ou de la fosse d'orchestre. Il possède un parachute et des arrêts automatiques à fin de course comme un ascenseur.

Un dispositif d'arrosage abondant du rideau, placé, côté salle, derrière le cadre de rideau, doit empêcher le gondolement en cas de forte chaleur. L'arrosage est déclenché par un simple bouton sur scène à côté de l'appareil de manœuvre du rideau;

2<sup>o</sup> Deux grandes baies dans le plafond de scène sont obturées par huit panneaux en tôle roulant sur galets à billes le long de plans inclinés. Ces panneaux sont réunis, par des câbles et renvois de poulies, à un câble unique. Une poignée fixée

Fig. 312. Vue du foyer décoré par le peintre Langaskens.

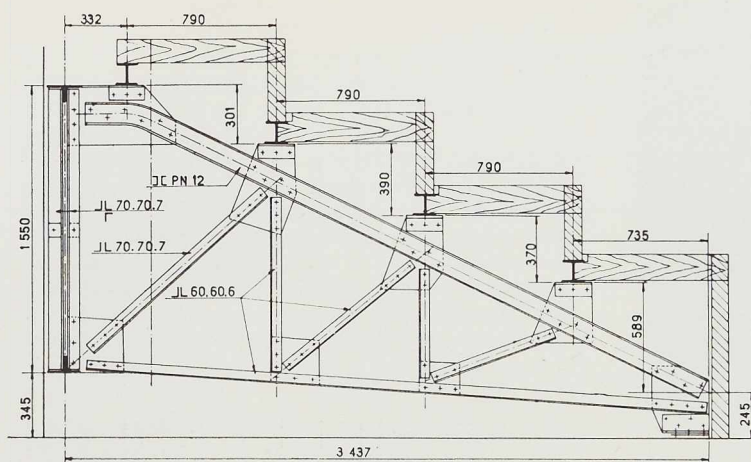
Photo Sergysels.











**Fig. 314.** Charpente métallique supportant les gradins du premier amphithéâtre.

### Décor et accessoires

Les décors sont logés dans un magasin de plein-pied avec le plateau de scène mais est séparé de celle-ci par une porte glissante en acier de 10 mètres de hauteur.

L'entrée des décors étrangers, dans le magasin, s'opère par une grande baie fermée par volet métallique. Ils sont amenés du niveau de la cour à celui du magasin de décors par un appareil de levage en passant par une trappe métallique qui se ferme dès que les décors sont à pied d'œuvre.

La plantation de certains éléments de décors qui ne doivent pas être nécessairement parallèles au rideau, est assurée au moyen d'équerres à coulisse qui viennent s'agrafer à une traverse horizontale du décor et qui sont maintenues verticales par des contrepoids en fonte posés sur la jambe horizontale de l'équerre.

Les salons classique et moderne peuvent recevoir des panneaux interchangeables pour obtenir des styles différents. Un décor passe-partout moderne donne les combinaisons les plus variées par le jeu de ses éléments.

Le plafond des salons qui, généralement, est suspendu, plié en deux à une perche, puis déployé ensuite pour être posé horizontalement, est remplacé par un plafond en une pièce, tournant autour de sa perche de support et pouvant être mis en place, à l'aide d'un mécanisme ingénieux, par un seul homme.

Les praticables sont démontables et pliants afin d'occuper le moins de place possible.

Pour faire apparaître un personnage se trouvant dans le premier dessous, on se sert d'un tampon, à contrepoids supérieur au poids de l'artiste, le plancher du tampon venant obturer exactement l'ouverture ménagée au préalable dans le plateau de scène.

Pour faire disparaître un personnage, le contrepoids ayant été allégé, la descente est ralentie par un puissant frein.

Enfin l'emploi de sels fluorescents s'éclairant sous l'action des rayons ultra-violet, est appliqué couramment, soit en imbibant d'une solution de ces sels les vêtements noirs d'un artiste, invisible par conséquent dans l'ombre, et sur lequel on braque la lampe à lumière noire, pour le faire apparaître. On peut réaliser encore des ballets lumineux ou des fontaines aux tons les plus variés et chatoyants par dissolution de sels fluorescents dans l'eau utilisée.

La variété de tons qui peuvent ainsi être obtenus est considérable et leur emploi est extrêmement commode.

### Mobilier de la salle

Pour les spectateurs du parquet, la scène se trouve environ à hauteur des yeux par rapport au sol légèrement en pente du rez-de-chaussée.

L'angle de visibilité créé par ces données a permis de construire des sièges au confort maximum, par une large inclinaison des dossiers.

Cette situation initiale se modifie à mesure que le spectateur monte dans la salle par rapport au niveau de la scène puisque son regard doit s'abaisser. Le tronc s'avance dès lors pour soutenir plus normalement la tête et ceci implique donc un redressement graduel des dossiers pour soutenir le dos.

Les fauteuils sont basculants, rembourrés et habillés de velours rouge foncé qui se marie très bien avec la teinte du rideau de scène.

La distance d'axe en axe des accoudoirs varie de 56 à 52 centimètres, depuis les fauteuils d'orchestre jusqu'aux sièges du parterre et le passage entre les rangées de fauteuils est extrêmement



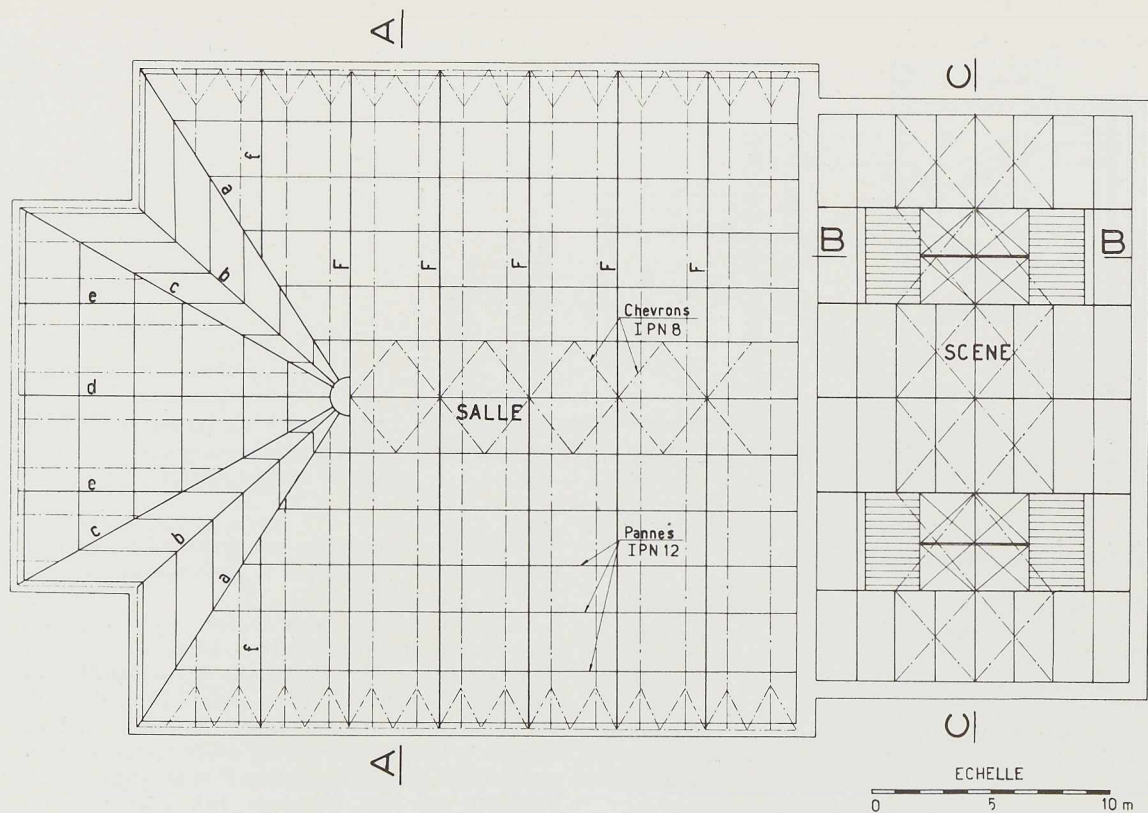


Fig. 315. Plan de la charpente métallique du théâtre de Louvain.

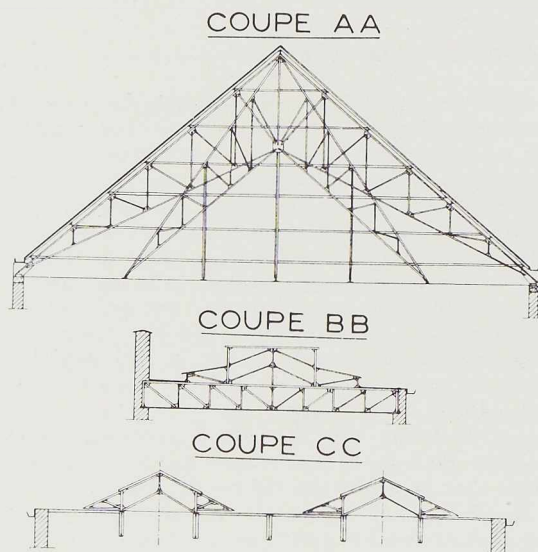


Fig. 316. Coupes A-A, B-B et C-C (voir fig. 315).

facile. Dans les loges et baignoires se trouvent trois sièges consécutifs dont les deux derniers sont montés sur podium d'une hauteur correspondant à une ou deux marches. Le séjour y est particulièrement reposant.

Le mobilier a été étudié et fourni par Fibrocit, Bruxelles.

#### Eclairage électrique

Deux transformateurs de 125 kVA alimentent toute l'installation électrique du Théâtre de Louvain, ainsi qu'un groupe chargeur de la batterie d'accumulateurs. Cette batterie, de 600 Ah, assure l'éclairage de panique de la salle, formé par quatre lampes de 300 watts et l'éclairage de secours du théâtre.

L'éclairage de la salle est réalisé par une gorge lumineuse autour de la coupole du plafond (60 lampes de 200 watts), par une couronne de 16 lustres sphériques opalins de 300 watts et de gorges lumineuses sous les balcons des divers étages (chacune 400 lampes de 15 watts).

Le foyer, la salle des pas perdus et le tambour d'entrée sont éclairés par lustres et appliques en



bronze (12 000 watts). L'escalier d'honneur possède une gorge lumineuse autour de la coupole (16 lampes de 200 watts), des plafonniers et appliques en bronze (3 300 watts).

Les dégagements sont éclairés par 105 plafonniers de 75 watts chacun. Dans les loges d'artistes se trouvent des plafonniers et un éclairage double des lavabos permet d'exécuter un maquillage parfaitement symétrique.

Le gril, les galeries et les premier et second dessous de scène sont montés sur éclairage normal avec certaines lampes greffées sur l'éclairage de secours.

L'équipement électrique de scène comprend :

1° Un gradateur de lumière pour la salle, d'une puissance totale de 40 kilowatts, dont la durée de fonctionnement peut varier entre 14 et 28 secondes;

2° Un jeu d'orgues, d'une puissance de 85 kilowatts, à trois couleurs (blanc, rouge et bleu), desservant les différents circuits d'éclairage de scène;

3° Diverses prises de courant;

4° Une rampe formée de trois pièces, la pièce centrale pouvant être mise hors service lorsque le pavillon du souffleur est déployé. Cette rampe a une longueur totale de 9 mètres et comporte 54 logettes renfermant chacune une lampe blanche de 150 watts. La couleur est obtenue par des écrans constitués de lamelles en verre ou en gélatine tannée;

5° Des portants sont formés d'auges en tôle émaillée intérieurement; un treillis métallique à larges mailles protège les lampes contre tous heurts provenant des manipulations;

6° Des herses en tôle sont cloisonnées comme les lampes d'avant-scène. La herse de rideau renferme 48 lampes de 150 watts, tandis que les cinq autres comprennent 63 lampes de 150 watts. Ces herses sont suspendues aux perches métalliques au moyen de câbles permettant de donner l'inclinaison voulue aux appareils;

7° Les lanternes d'horizon, au nombre de six, destinées à éclairer la toile de fond, sont placées derrière le manteau d'Arlequin et ont chacune une intensité de 1 000 watts. Elles peuvent être amenées à la hauteur la plus convenable pour les effets à obtenir;

8° Des projecteurs ainsi que des lanternes diverses permettent d'obtenir tous les effets d'éclairage local désirés. Tous ces projecteurs sont parfaitement montés sur supports cardan pour en rendre la manœuvre facile.

Tout l'équipement électrique est commandé de la plate-forme de l'électricien luminariste qui commande également le rideau de fer.

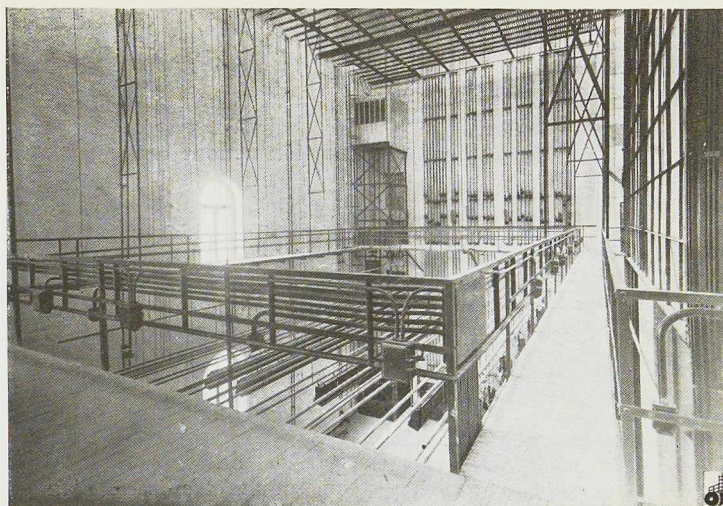


Fig. 317. Galeries et ponts roulants avec prise de courant.

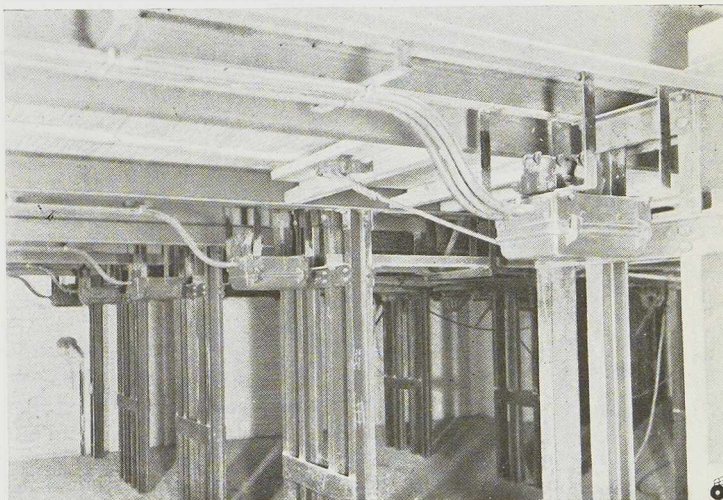
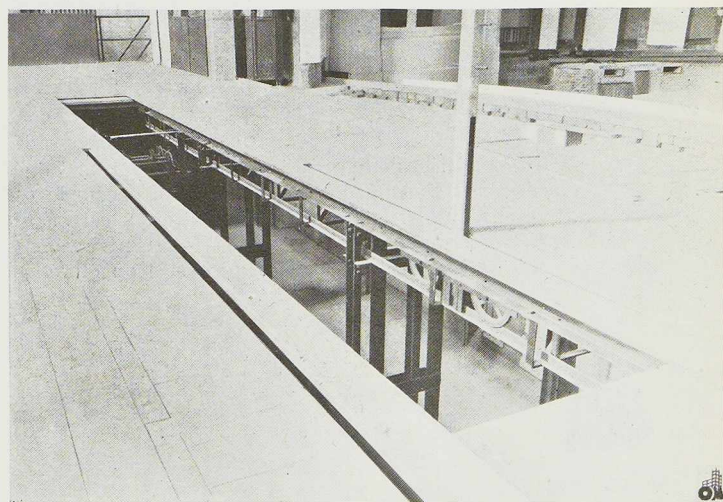


Fig. 318. Charpente supportant la scène.

Fig. 319. Plateau avec rue ouverte et costières avec chariots porte-mâts.





## Chauffage et conditionnement d'air

Les prescriptions légales n'autorisent pas l'emploi d'appareils de chauffage dangereux dans le public. L'emploi de radiateurs chauffés à la vapeur n'est donc pas souhaitable. D'autre part, le chauffage à eau chaude dans un théâtre à fonctionnement intermittent n'est pas à conseiller par crainte de gel. Enfin, le grand volume d'eau chaude d'une telle installation formerait un volant de chaleur dont le régime ne pourrait être modifié qu'après un temps trop long.

On a donc adopté le chauffage par air chaud conditionné, système souple et efficace. L'air est pris à l'extérieur, chauffé, filtré, humidifié, réchauffé puis pulsé, sans créer de courants d'air, dans les locaux à chauffer et à ventiler.

Le programme devait prévoir les cas suivants :

a) *Une fête au foyer, l'accès de la salle étant interdit.* Il faut, dans ce cas, chauffer le tambour d'entrée, la salle des pas perdus, l'escalier d'honneur et le foyer;

b) *Une représentation cinématographique ou une conférence dans la salle, l'accès du foyer étant interdit.* Dans cette hypothèse, il faut chauffer seulement la salle et les dégagements qui y conduisent;

c) *Une répétition sur scène, sans public.* La scène seule doit être chauffée;

d) *L'accès du théâtre tout entier, foyer compris et scène occupée.*

Pour réaliser ces desiderata, il a fallu établir les circuits de chauffage différents :

a) Un conditionnement pour la salle seule;

b) Un conditionnement pour les dégagements;

c) Un conditionnement pour le foyer, escalier d'honneur, salle des pas perdus, et tambour d'entrée;

d) Un circuit de chauffage de la scène sans conditionnement, vu les chances très faibles de viciation de l'air, compte tenu du volume énorme de la scène, par rapport au nombre restreint de personnes sur le plateau;

e) Un chauffage indépendant par radiateurs à vapeur à basse pression pour les loges d'artistes et de figurants, ainsi que pour le magasin de décors et les locaux occupés par le personnel de scène;

f) Un chauffage indépendant pour les appartements du gestionnaire et les locaux d'administration.

Sans vouloir entrer dans une étude approfondie du conditionnement d'air, rappelons que généralement l'atmosphère des salles de spectacle est désagréable parce que la ventilation y est insuffisante, que la température est souvent exagérée et que le degré hygrométrique est trop élevé.

On estime que chaque personne a besoin d'un volume d'air frais de 18 m<sup>3</sup> par heure; comme la salle du théâtre de Louvain doit pouvoir recevoir 1 100 personnes, le cube d'air horaire minimum à fournir à la salle est de l'ordre de 20 000 m<sup>3</sup>.

L'air pulsé dans la salle a une température de 17° et un degré hygrométrique de 60 %.

Un tableau général de manœuvre de l'installation de chauffage porte tous les appareils de mise en route des moteurs, avec lampes témoins et ampèremètres et rhéostats de réglage des vitesses des ventilateurs, et par conséquent de leurs débits, des appareils de mesure de température, du degré hygrométrique, de la température de l'air pulsé, de l'air repris, etc.

La vapeur à basse pression nécessaire au chauffage de l'air est produite par trois chaudières au charbon de 37 m<sup>2</sup> de surface de chauffe chacune. L'installation fonctionne automatiquement, grâce aux thermostats qui règlent la température de l'air pulsé dans la salle, dans le foyer, dans les dégagements et sur scène.

## Conclusions

De la description qui précède, l'on peut se rendre compte que nous avons employé l'acier au maximum, partout où l'application s'imposait, soit au point de vue résistance, soit au sujet du danger d'incendie et nous n'avons eu qu'à nous en louer.

En effet, dans le courant de 1944 des bombardements aériens furent effectués sur Louvain, causant notamment des dégâts très sérieux aux maçonneries du théâtre et de légères avaries à la charpente métallique de la salle qui reçut un projectile de plein fouet.

Dans la nuit du 1<sup>er</sup> janvier 1945, une bombe volante s'abattit à environ 50 mètres de distance de la scène du théâtre, détruisant plusieurs maisons et faisant de nombreuses victimes.

La vitrerie fut entièrement détruite et les menuiseries fortement endommagées. Ce qui restait de la toiture en ardoises, posées sur sous-toiture en poterie, fut soufflé, mais la charpente métallique, qui la supportait, résista remarquablement.

D'autre part, tout l'équipement de scène sortit indemne de l'explosion et le rideau de fer, qui était descendu et offrait au souffle une superficie de plus de 100 m<sup>2</sup>, ne fut même pas déformé. Quant à l'ossature de la charpente de scène, elle ne fut même pas ébranlée. Seules les petites portes donnant sur la scène furent arrachées.

Il est vraisemblable que l'emploi de l'acier a contribué, pour la plus grande part, à sauver de la destruction totale, la partie la plus importante et vitale du théâtre.

M. L.





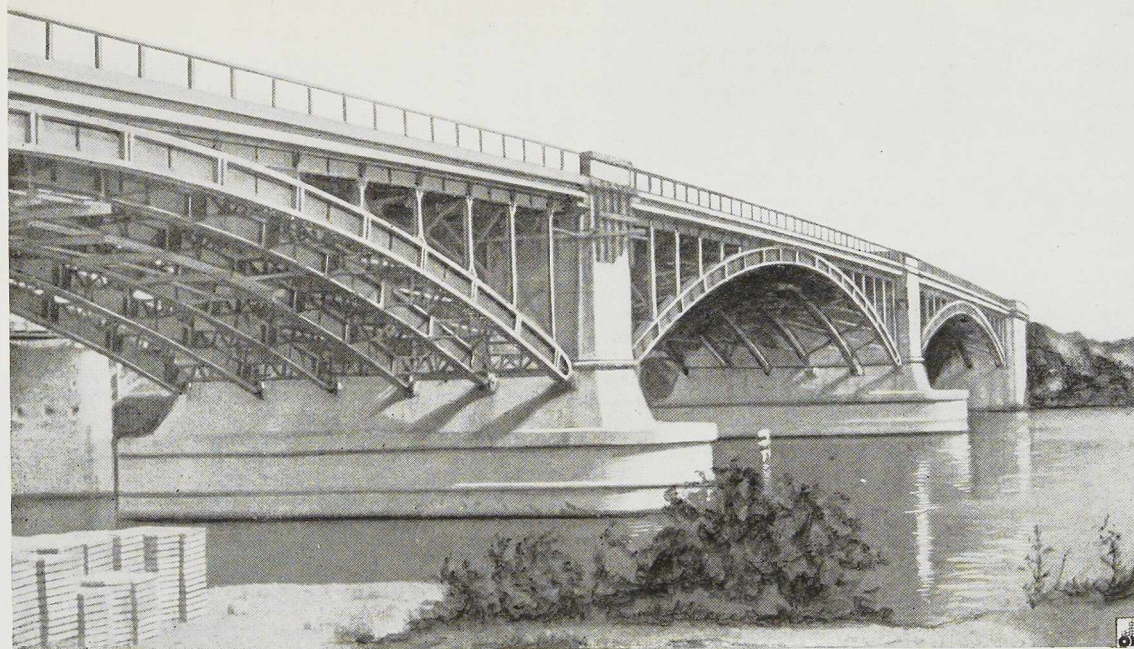


Fig. 320. Vue générale du nouveau pont d'Argenteuil sur la Seine.

## Construction du pont d'Argenteuil

par **A. Schmid,**

Ingénieur E. C. P.,

Directeur des Entreprises Schmid, Bruneton et Morin

Le vieux pont d'Argenteuil date de 1840. En mai 1926, à la suite d'un accident causé par une péniche, la circulation des voitures sur le pont fut interrompue pendant six mois. Le Conseil supérieur des Ponts et Chaussées s'est alors intéressé à la construction d'un nouvel ouvrage et a fait établir un avant-projet de reconstruction. Cet avant-projet fut pris en considération par le Ministère des Travaux publics le 16 mai 1936. Le nouvel ouvrage fut mis en adjudication en juillet 1938.

Le projet établi par les Ponts et Chaussées comportait trois arches de  $59^m60$ ,  $69^m20$  et  $59^m60$

de portée, avec une ouverture entre culées de 200 mètres. Le tablier portait une chaussée de 12 mètres et deux trottoirs de 3 mètres.

Le nouvel ouvrage est situé légèrement en aval de l'ancien pont et perpendiculairement à la direction générale de la Seine. La culée rive droite se trouve sur la partie de berge qui sera ultérieurement rescindée pour rectification de la rive droite de la Seine. Les fondations des culées sont prévues sur pieux droits et pieux inclinés en béton armé. La masse des culées fut élevée à l'abri d'une enceinte en palplanches et les piles furent fondées sur caissons métalliques de



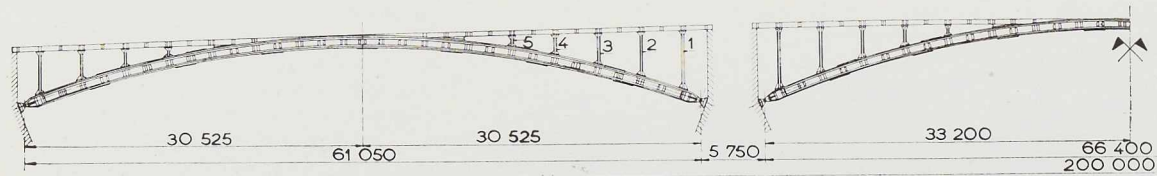


Fig. 321. Elévation du pont d'Argenteuil. Les numéros des montants renvoient aux détails de la figure 331.

$32^m \times 13^m60$  foncés à l'air comprimé et arasés à la cote 18 afin de permettre un tirant d'eau de 5 mètres aux abords des piles. Les arches, au nombre de huit, étaient prévues en acier à haute résistance Ac 54 rivé, elles supportent, par l'intermédiaire de montants, entretoises et longerons, une dalle en béton armé recevant un pavage mosaïque.

#### Culées et piles

Les culées sont constituées par un caisson en béton armé exécuté en élévation et descendu par lavage. Les parois de ce caisson d'une épaisseur de 2 mètres se terminent par deux couteaux en béton armé. A l'intérieur, deux parois verticales de 4 mètres raidissent l'ensemble et servent de frein au lavage. Elles déterminent quatre alvéoles d'où l'on retirait les terrassements. Comme un élargissement éventuel du pont de 18 mètres à 24 mètres est envisagé, la culée a une forme trapézoïdale de 23 mètres de largeur du côté du fleuve et de 17 mètres sur la face opposée. La distance entre ces deux parois étant de 19 mètres, le cube total est de l'ordre de  $5.000 \text{ m}^3$ . Les alvéoles sont remplies de béton de cailloux dosé à  $250 \text{ kg}$  de ciment par  $\text{m}^3$ .

Pour les piles, on a réalisé deux enceintes en palplanches foncées jusqu'à la cote  $+ 10$  environ (soit  $8^m50$  en dessous du lit du fleuve); à l'abri de chacune de ces enceintes, et après épousillage, il a été construit un caisson en béton armé d'un poids de 3.000 tonnes, mesurant  $27^m50 \times 7^m60$ . Ce caisson a été foncé à l'air libre par pompage jusqu'à la cote  $+ 10$  (niveau du pied des palplanches); ensuite des sas à air comprimé furent installés. Comme pour les culées, le caisson permet l'élargissement à 24 mètres.

#### Arcs

Dans le projet définitif, le nombre des arcs fut réduit de huit à six. D'autre part, la portée des arches fut modifiée : celle des arches de rive fut portée à  $61^m05$ , tandis que celle de l'arche cen-

trale fut ramenée à  $66^m40$ . En cas d'élargissement de l'ouvrage, il est prévu le montage de deux nouveaux arcs de rive, l'un à l'aval, l'autre à l'amont. Les arcs ont un rayon moyen de  $84^m45$ ; ils sont à deux articulations et sont constitués par une âme de  $900 \times 10$ , huit cornières de  $100 \times 100 \times 10$  et six semelles de  $500 \times 11$ . Les arcs sont écartés de  $3^m42$  et entretoisés tous les 4 mètres aux droits des montants. Pour la solidarisation entre eux des arcs, les entretoisements entre les arcs sont renforcés dans la partie centrale de l'arche pour remplacer le contreventement entre montants qui ne peuvent pas être réalisés par suite du manque de hauteur disponible entre le tablier et les arcs.

Les arcs s'appuient sur les piles et les culées par l'intermédiaire d'appareils en acier moulé à rotules ainsi que par des plaques d'assise avec point de réglage à faible pente. Entre ces plaques est le balancier portant la rotule de 200 mm de diamètre; après réglage définitif, du plomb anti-monié à 4 % est coulé entre les plaques d'assise et le balancier. La charge par appui est de 515 tonnes.

#### Construction des piles et des culées

Après la mise au point des études, les travaux de chantier commencèrent au début de l'année 1939. Les installations de chantier furent établies

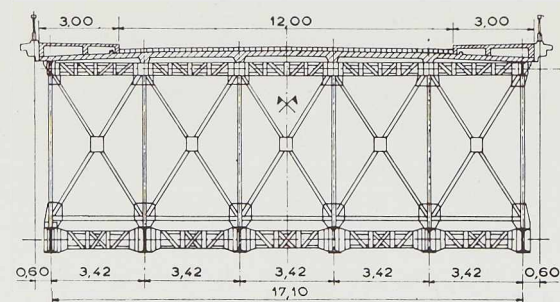


Fig. 322. Coupe transversale du pont d'Argenteuil.

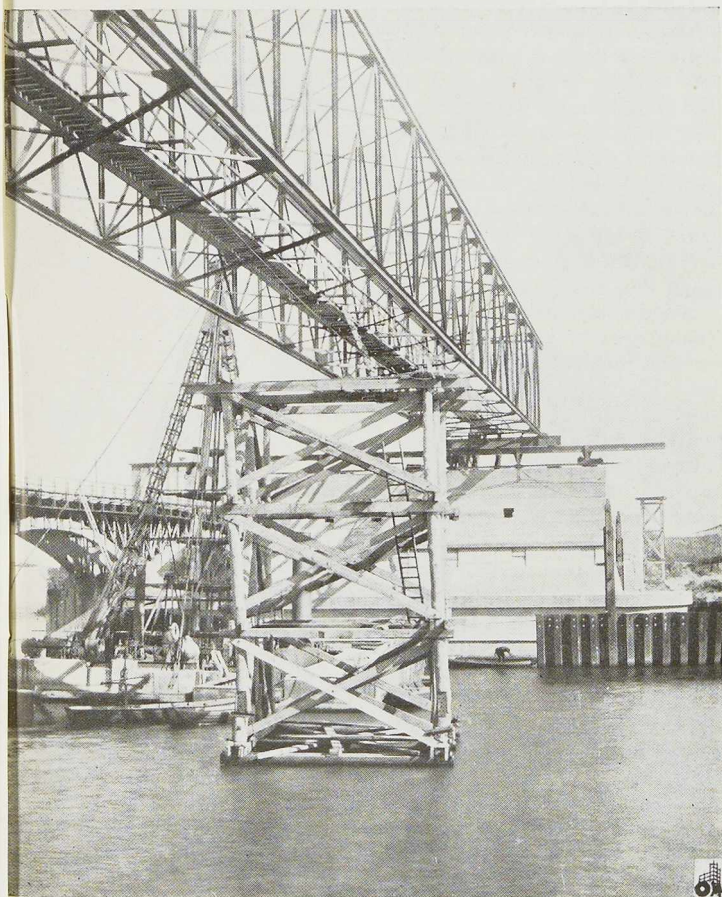




sur la rive droite (Argenteuil), où une vaste esplanade était disponible.

Pour les culées on a utilisé des coffrages métalliques assemblés par panneaux. Les armatures étaient constituées par des rails de 30 kg et des ronds à béton de 40 mm de diamètre, réunis par des étriers.

Pour le havage du caisson des culées, une grue sur chenilles de 11 mètres de portée, équipée avec une puissante benne preneuse de 700 litres fut hissée sur le caisson à l'aide d'un échafaudage



à vérins spécialement étudié. La grue pesait 20 tonnes.

Pour la culée rive gauche, des précautions spéciales ont dû être prises eu égard à la proximité immédiate de la Seine d'un côté et de hauts remblais de l'autre. Il était en effet à craindre qu'au cours des travaux, la culée ne se déplace vers la Seine sous l'influence des poussées; deux rideaux de palplanches ont été battues, l'un dans la Seine,

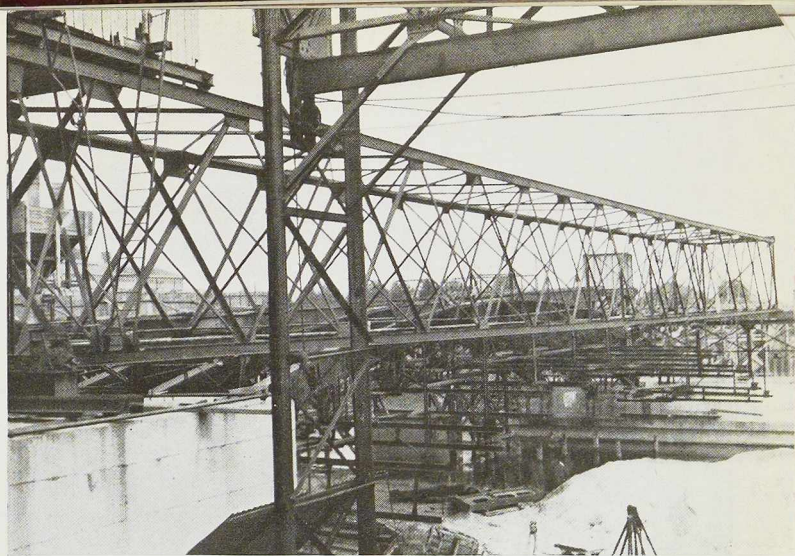
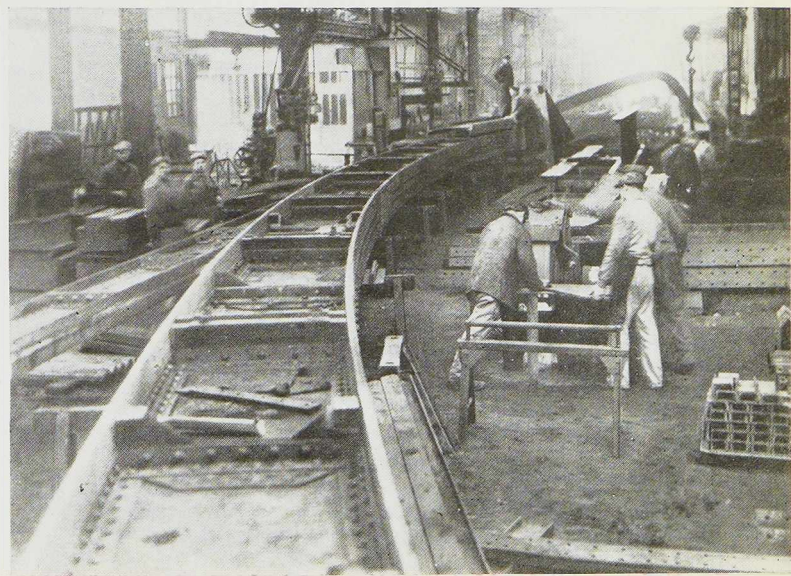


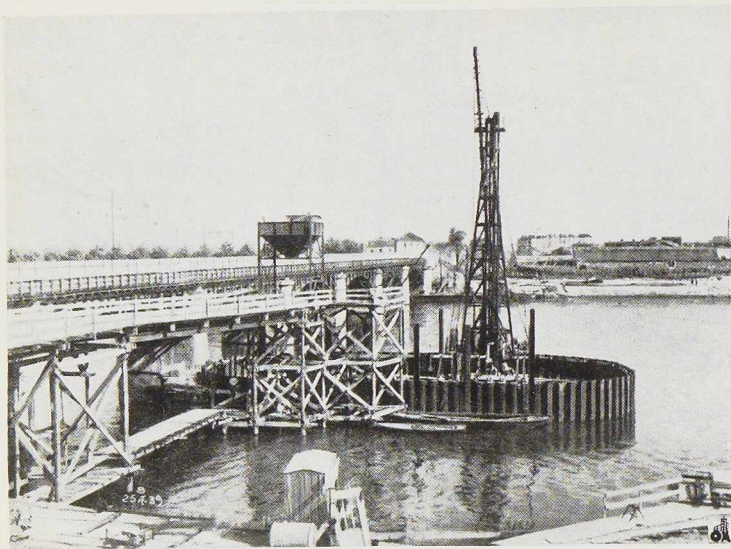
Fig. 323. Appareil de montage des arcs.

Fig. 324. Vue d'enfilade de l'appareil de montage, constitué par une poutre métallique de section carrée de 4<sup>m</sup>80 de côté et de 69 mètres de longueur.

Fig. 325. Montage à blanc des arcs en atelier.







**Fig. 326.** Battage des palplanches métalliques de l'enceinte de la pile rive droite.

l'autre au pied des talus de la route. Un déplacement d'environ 40 cm était néanmoins à prévoir; pour en tenir compte, la culée fut placée en arrière de cette quantité et effectivement, un déplacement d'une trentaine de centimètres vers la Seine eut lieu.

Les travaux d'établissement des piles ont commencé au début de 1939. Ils ont été interrompus en mai-juin 1940 par les hostilités et ne purent reprendre que dans le courant de septembre 1940. Par suite de son immobilisation, le caisson s'était coincé dans la marne et il y eut de grandes difficultés pour continuer le fonçage.

### Montage des arcs

Pour chacun des types d'arcs (arcs latéraux et arcs centraux), le montage général d'un arc fut fait en atelier avec contrôle de la corde et de la flèche. Ces mêmes cotes étaient relevées pour chaque groupe de deux tronçons successifs, afin de réduire le contrôle pour les autres arcs d'un même type à celui des cotes d'un groupe de deux tronçons et éviter ainsi l'assemblage général trop encombrant.

Le montage des arcs fut effectué au moyen d'un appareil spécial constitué par une grande poutre de section carrée de 4<sup>m</sup>80 de côté et de 69 mètres de longueur : sur la membrure de cette poutre de montage circulait un chariot avec deux treuils, permettant d'établir l'arc à côté de l'appareil. La poutre comporte à sa partie inférieure des suspentes avec sellettes d'appui en porte à faux destinées à recevoir les tronçons d'arc. Cette disposition présente l'avantage de

permettre le montage de tous les arcs d'une rive sans avoir à démonter les suspentes, mais seulement en ripant la poutre de montage parallèlement à elle-même pour la partie d'un arc à son voisin. Les suspentes ne sont démontées que pour passer l'appareil d'une arche à l'autre par l'échange. Le chariot-treuil se déplace sur la poutre, il est mû à l'électricité.

Le montage des arcs métalliques s'opère de la façon suivante : la poutre de montage est édiflée sur la rive, surmontée de son chariot-treuil et lancée dans l'arche latérale à l'aide d'une palée provisoire en rivière. Elle est posée sur des chemins de roulement parallèles à la Seine, l'extrémité aval de ces chemins étant en encorbellement sur la culée et la pile. Un moullage à faible saillie sur la poutre vient prendre, soit sur la berge, soit sur un ponton, un tronçon d'arche d'environ 8 mètres de longueur pesant 5 tonnes et le dépose sur les sellettes correspondantes des suspentes. Le montage se fait en commençant par les tronçons de la clé de voûte et en descendant alternativement vers chaque retombée d'arc. Le boulonnage des tronçons se fait immédiatement après.

Au dernier tronçon est fixé l'appareil d'appui (balanciers et rotule), les plaques d'assise ayant été au préalable sellées dans la culée et dans la pile. L'arc complet, d'un poids d'environ 40 tonnes, en huit tronçons pour les arcs latéraux, en neuf pour les arcs centraux est alors entièrement supporté par la poutre de montage. On place ensuite des coins entre la plaque d'assise et l'appareil d'appui; ces coins sont serrés pour permettre le décalage des sellettes supportant l'arc.

Les montants sont alors plantés sur l'arc et surmontés des longerons correspondants. On déplace alors de 3<sup>m</sup>42 la poutre de montage sur son chemin de roulement et le montage du deuxième arc se fait de la même façon que celui du premier.

Le chariot-treuil porte un second crochet de levage tombant exactement dans le plan intermédiaire des deux arcs, il permet de monter tous les entretoisements et contreventements d'arc. Après le montage des montants et longerons du second arc, les entretoises du tablier sont montées avec le second crochet; l'opération se poursuit ainsi jusqu'au dernier arc de la travée.

A ce moment, la poutre de montage se trouve en dehors du pont; ces chemins de roulement sont soutenus par une charpente établie sur l'avant-bec de la pile; cet appareil de montage a fonctionné parfaitement apportant chaque pièce à son emplacement et dans l'orientation exacte.

Les tronçons d'arc étaient pris par une mâchoire spéciale évitant tout élingage délicat, les montants étaient pris par une attache en tête





permettant leur descente verticale. Le réglage exact de la hauteur de la clé de chaque arc a été réalisé par action sur la corde de cet arc par enfoncement plus ou moins important des coins de réglage interposés entre l'appareil d'appui et la plaque d'assise sur pile ou culée. Sous le poids propre, le mouvement de ces coins, soigneusement graissés, était facile à réaliser.

#### Exécution des travaux

Les arcs de l'arche rive droite (côté Argenteuil) furent montés au cours des années 1942-1943. En mai 1944, un bombardement américain des usines d'Argenteuil et du Petit-Gennevilliers causa des dégâts limités aux installations; 20 bombes de 500 kg tombèrent sur le chantier. Le batardeau rive gauche fut éventré et les culées furent atteintes par des éclats qui ne firent toutefois que des dégâts superficiels. Néanmoins, le souffle a soulevé l'arche rive droite de 360 tonnes. Du côté d'Argenteuil, les rotules étaient partiellement

sorties de leurs logements; sur les six rotules, quatre n'étaient plus à leur place; les déplacements allant en augmentant régulièrement jusqu'à 35 mm en descendant vers l'aval.

Pour ce qui est des installations et du matériel de montage, les dégâts infligés par les bombardements furent très graves. La poutre de montage avec son chariot-treuil, après montage de six arcs de la travée d'Argenteuil était restée à l'aval de l'ouvrage; elle a reçu plusieurs bombes et s'est effondrée. La passerelle d'accès aux piles fut également détruite, les baraquements se sont effondrés; quant au vieux pont, il fut coupé en deux endroits près de la chacune des rives. Heureusement, les aciers destinés à l'arche centrale, qui étaient stockés sous un portique sur la berge rive droite, n'ont pas subi de dommages.

#### Relevage

Dès la libération, la reprise des travaux de reconstruction du pont d'Argenteuil fut envisa-

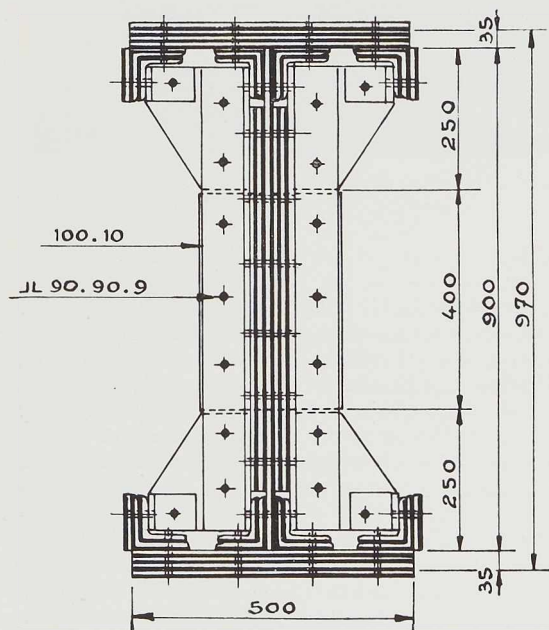


Fig. 327 (ci-dessus). Coupe à travers un arc dans l'axe du joint.

Fig. 328 (ci-contre). Intrados des arcs.





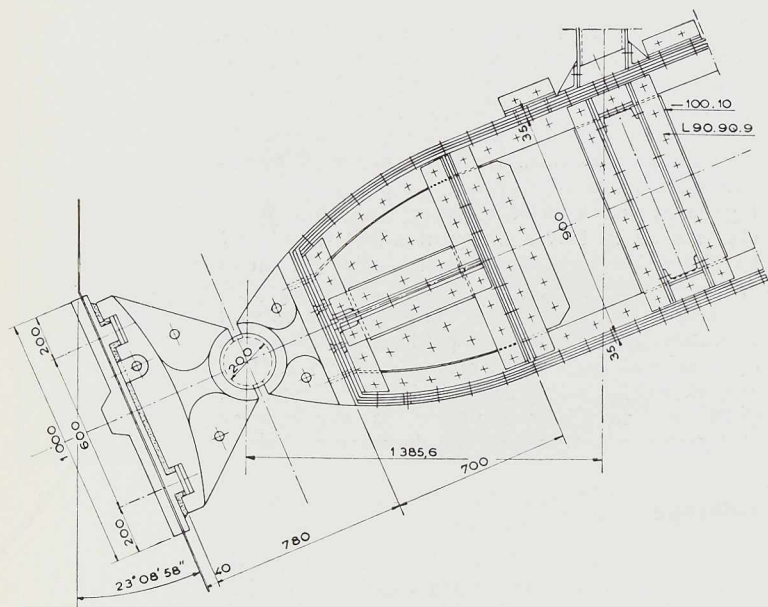


Fig. 329 et 330. Détails de la rotule d'un arc.

gée. Etant donné que tous les ponts sur la Seine en aval d'Argenteuil étaient détruits, il fut décidé, pour augmenter les possibilités du futur port de Paris, de relever le niveau de reconstruction de tous ces ouvrages et porter le tirant d'air à 7 mètres au-dessus du niveau des plus hautes eaux navigables.

La décision à prendre était lourde de conséquences financières, notamment pour certains ponts de la S. N. C. F. dont les gares proches de la Seine étaient à remonter; aussi cette décision

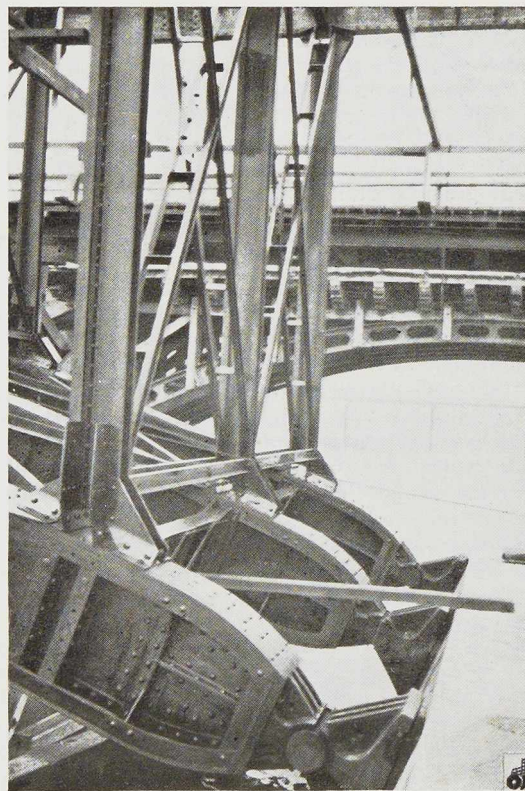
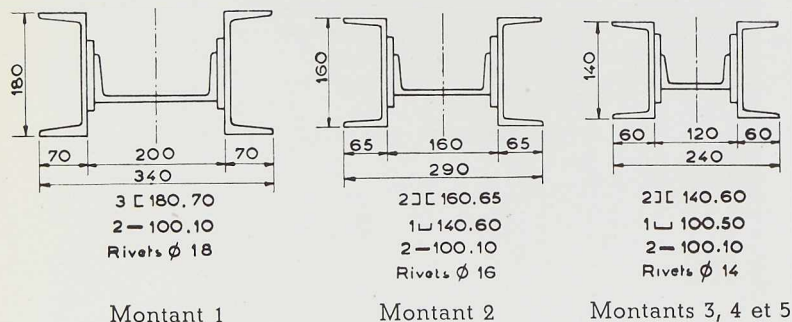


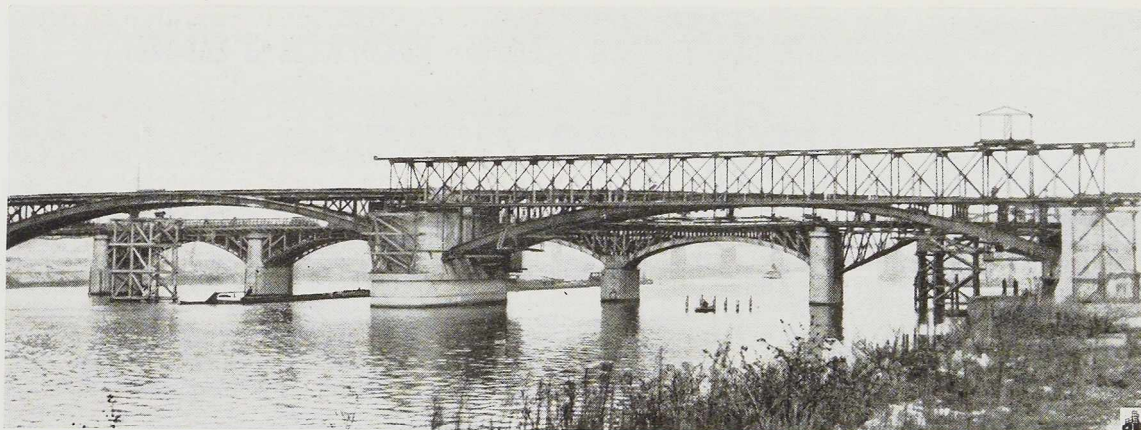
Fig. 331. Coupe dans les montants portant la poutraison du tablier (voir fig. 321).



se fit-elle attendre longtemps. C'est le 10 janvier 1946 seulement qu'il fut décidé que le tirant d'air serait porté à 7 mètres sous la corde de 25 mètres, soit un relèvement de 1<sup>m</sup>65. Les piles et culées ont dû donc être relevées de 1<sup>m</sup>65, ce qui n'offrait aucune difficulté; mais l'emplacement des rotules des arcs devant naturellement être remonté, il y avait lieu de reprendre la partie basse des piles et culées et l'arche d'Argenteuil devait être reprise et remontée en grand. La stabilité des culées était suffisante grâce à la résistance exceptionnelle des caissons havés monolithiques, mais celle des piles ne permettait plus le bétonnage de la dalle du tablier dans une arche tant que les arcs de l'arche voisine n'étaient pas montés. Les piles étaient cependant suffisamment fortes pour supporter les poussées même relevées d'un mètre dues au poids de la charpente métallique d'une seule arche. Pour le relevage de la travée latérale, rive droite, on a établi deux palées de 28 pieux chacune aux quarts extrêmes de cette







**Fig. 332.** Vue du pont d'Argenteuil en cours de construction.  
A droite, l'appareil de montage des arcs.

arche. L'une des piles était fondée sur un massif en béton armé établi sur la berge d'Argenteuil, l'autre était établie en rivière et battue au travers de la charpente. Les pieux en rivière avaient une longueur d'environ 12 mètres avec une fiche de 4 à 5 mètres.

#### **Achèvement des travaux de montage**

En juillet 1946, la nouvelle poutre de montage fut construite et montée sur le remblai d'accès rive gauche.

Le programme de marche des travaux fut modifié. Eu égard à l'état de vétusté de l'ancien ouvrage, à son incapacité de pouvoir supporter des véhicules de plus de deux tonnes, les autorités régionales demandèrent qu'une voie charretière fût donnée le plus tôt possible. En conséquence, le montage fut repris par la travée centrale, mais pour trois arcs seulement. Il fut poursuivi pour les trois arcs correspondants de la travée, côté Gennevilliers, afin de permettre l'établissement de la moitié de la largeur de la dalle sur l'arche d'Argenteuil. Dès que la pose des trois arcs de la travée centrale fut effectuée, les trois premiers arcs de la travée Gennevilliers furent montés et l'on continua le bétonnage de la dalle du tablier dans la travée centrale Gennevilliers.

De cette façon, dans le plus court délai, il fut possible de donner une première voie charretière et de faciliter ainsi la circulation entre les deux rives de la Seine dans cette région particulièrement industrielle.

Ce programme impliquait le montage en deux phases des arcs de la travée centrale et deux lan-

çages supplémentaires de l'appareil de montage. La poutre de montage, avec son chariot-treuil, servant de contrepoids mobile augmentant la stabilité, a été lancée dans la travée Gennevilliers, ensuite, immédiatement après, dans la travée centrale à l'aide de deux palées de lançage à six pieux battues au milieu de chaque travée.

Les deux lançages se sont effectués sans incident, mais, le lendemain du jour où la poutre était arrivée sur ses appuis de la travée centrale, par suite d'une fausse manœuvre, une péniche heurtait en plein la palée de lançage de l'arche centrale, brisant un pieu au fond et la moitié de la superstructure. Heureusement, les dégâts causés furent relativement peu importants.

Après avoir monté trois arcs dans l'arche centrale, la poutre de montage a été ramenée par lançage dans la travée Gennevilliers; elle a servi à monter les six arcs. La poutre de montage a été ensuite relancée dans la travée centrale sur la palée convenablement réparée. Elle a servi alors à monter les trois derniers arcs, ensuite elle a été déposée sur la dalle, qui venait d'être achevée sur les trois arcs amont, et là, elle fut démontée.

A l'heure actuelle, le rivetage des trois derniers arcs de l'arche centrale est terminé et la dalle du tablier a été bétonnée. Il reste encore à faire le pavage et le garde-corps pour lequel certains aciers manquent encore ainsi que les accès à achever. On peut espérer toutefois que le nouveau pont d'Argenteuil sera inauguré à bref délai. Il facilitera les communications entre les deux rives de la Seine, dans cette banlieue industrielle de Paris.

A. S.



# Reconstruction des ponts-rails détruits en Hongrie

par le Docteur **Imre Korányi**,

Professeur à l'Université des Sciences Techniques de Budapest

De nombreux ouvrages d'art ont été détruits ou gravement endommagés en Hongrie, pendant la guerre.

Pour se faire une idée de l'importance des dégâts subis, notamment par les chemins de fer hongrois, disons que près de 90 % des ponts métalliques en treillis furent détruits.

Depuis la fin des hostilités, les autorités hongroises se sont attelées à la tâche de la reconstruction du pays et notamment de ses voies de communication.

Dans cet article, nous donnerons des détails sur l'état d'avancement des travaux de reconstruction des ponts-rails. Cette tâche, qu'on peut qualifier de gigantesque, incombait aux chemins de fer (M. A. V.). Un pays dévasté et appauvri devait reconstruire tous les ponts du réseau ferroviaire édifiés au cours d'un siècle par ses chemins de fer.

L'ordre de la reconstruction fut établi en tenant compte des considérations suivantes :

- 1° Nécessité du trafic;
- 2° Danger de la débâcle des glaces et des inondations;
- 3° Etat des ouvrages endommagés, certains

ponts pouvant être réparés ou reconstruits d'une façon relativement aisée.

Les exigences les plus urgentes de la circulation furent satisfaites grâce aux ponts provisoires établis par l'armée soviétique, toutefois, ces ponts provisoires se composaient généralement de travées de 15 à 25 mètres, franchies au moyen de poutres métalliques; par conséquent, les palées de ces ouvrages étaient très rapprochées et gênaient ainsi la circulation fluviale.

Le danger était constitué, d'autre part, par des blocs de glace qui auraient pu s'arrêter au droit des piles et menacer la stabilité des constructions provisoires. Il a donc fallu remplacer au plus vite les ouvrages provisoires par des ponts définitifs.

Les travaux de reconstruction ont posé des problèmes très délicats aux ingénieurs hongrois qui ont su trouver des solutions parfois originales et élégantes. A côté des problèmes techniques, les ingénieurs étaient assaillis par de nombreuses difficultés d'ordre économique, tels que le manque de matières et de matériel, l'inflation, etc.

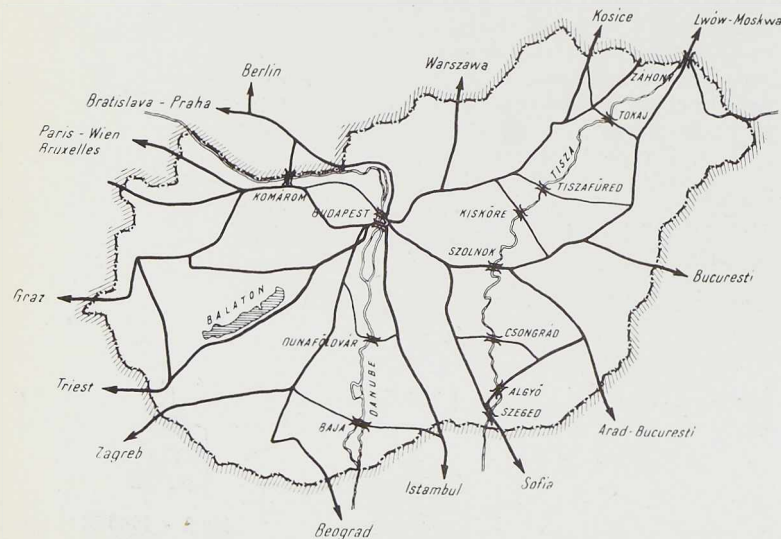
## Ponts sur le Danube

Les Allemands ont fait sauter cinq ponts-rails, qui assuraient les communications ferroviaires à travers le Danube. Parmi ces ouvrages, le plus important était le pont du Midi à Budapest; pont à deux voies sur lequel passait une des lignes principales du réseau hongrois.

Ce pont comprenait quatre travées en arcs en treillis, avec tirant, d'une portée de 96<sup>m</sup>80 chacune, et de cinq travées de rive de 14 mètres de portée. Il fut construit en 1908-1913 à une distance de 12 mètres au nord du premier pont métallique construit en 1873-1877.

Le pont du Midi fut endommagé très gravement en 1944 par deux attaques aériennes. Toutefois, après des travaux de réparation relativement rapides, le trafic a pu y reprendre, jusqu'au moment où les Allemands en retraite le firent sauter.

**Fig. 333.** Carte de Hongrie montrant les principales lignes de chemin de fer.





Cette destruction affecta toutes les travées métalliques qui sont tombées dans le fleuve; il ne fut pas possible de les relever et de les réutiliser. En tombant, les travées métalliques endommagèrent fortement les maçonneries des piles; quant aux culées, elles ont été presque entièrement rasées du sol.

Au printemps 1945, les troupes soviétiques construisirent un pont provisoire utilisant les poutres laminées assemblées par rivure. Cet ouvrage comportait 14 travées de 23 mètres de portée et 5 travées de portée moindre. Ce pont se trouvait à 20 mètres au nord du pont détruit. Il s'appuyait sur des piles en tubes d'acier et en bois. Les nécessités de la navigation ont fait modifier la portée de certaines petites travées. Pour cela, on remplaça les poutres à âme pleine par des poutres en treillis de 69 mètres en utilisant les poutres préparées pour le pont Tiszafüred, qui se trouvaient entreposées à la Fabrique d'Acier et de Machines de l'Etat Hongrois (Mavag).

Pour protéger les palées contre les blocs de glace flottants, on construisit, en automne 1945, des brise-glaces.

Etant donné le caractère provisoire du pont, la vitesse des trains était limitée à 10 km à l'heure; aussi la direction des chemins de fer décida de construire un pont définitif aussitôt que possible. Comme il y avait peu d'espoir d'obtenir le tonnage de 5 500 tonnes nécessaires à la reconstruction de l'ouvrage, il a été décidé de construire un pont semi-provisoire. Les autorités chargées de la reconstruction eurent connaissance de l'existence de tronçons de ponts militaires, non utilisés par les autorités militaires et qui se trouvaient dans différents dépôts disséminés à travers le pays. Ces tronçons suffisaient pour couvrir un tiers des besoins en acier pour un pont à simple voie. Après avoir soigneusement examiné le problème, il fut décidé de construire un pont en treillis en K. Ce pont devait être situé dans l'axe de l'ancien ouvrage. Les travaux devaient être terminés avant l'hiver 1946. Avant de commencer le montage, il fallut exécuter les travaux suivants :

1° Enlever les débris de la maçonnerie et les parties détruites des tabliers métalliques;

2° Construire des maçonneries nouvelles d'un volume total de 10 000 m<sup>3</sup>, y compris les reconstructions d'une pile en rivière, faite à l'abri d'un rideau de palplanches métalliques;

3° Construire des palées en bois ou en tubes d'acier au milieu de chaque travée afin de rendre possible le montage en porte-à-faux.

Les travaux commencèrent en automne 1945. Malheureusement, lorsque les matériaux étaient à pied d'œuvre et les travaux de déblais achevés,

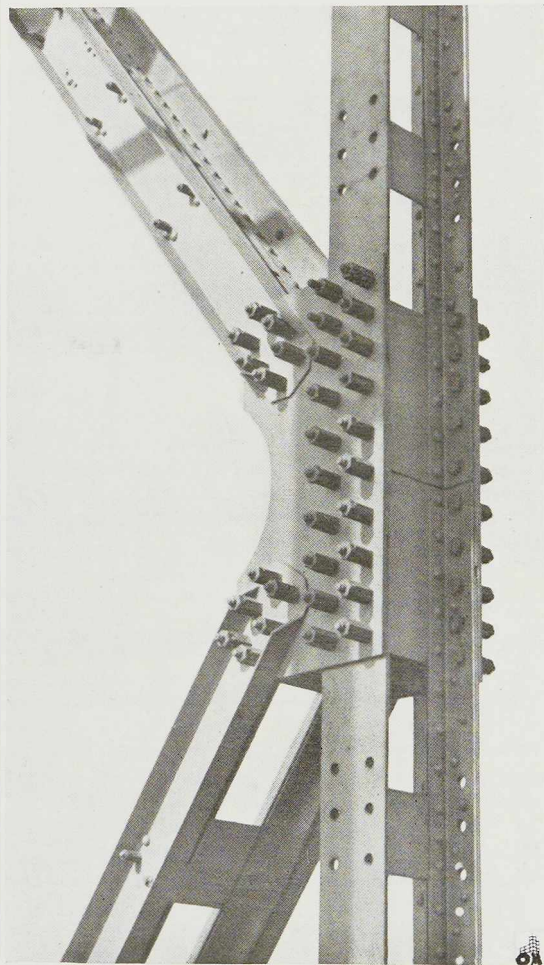
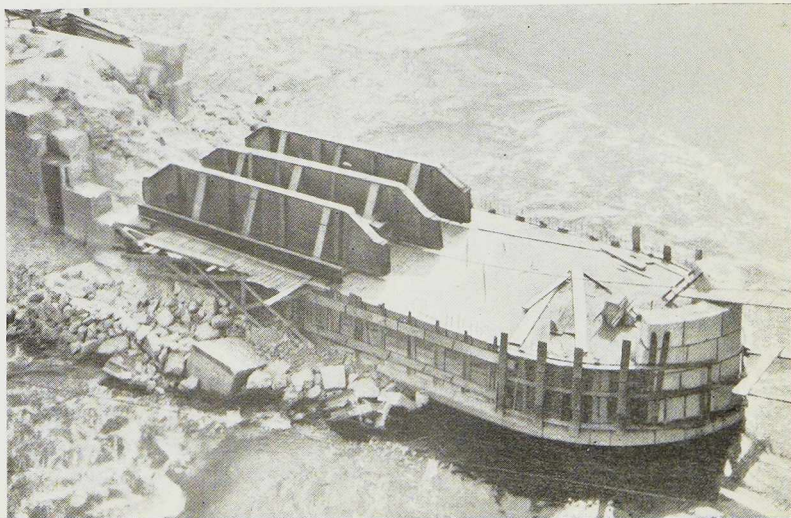
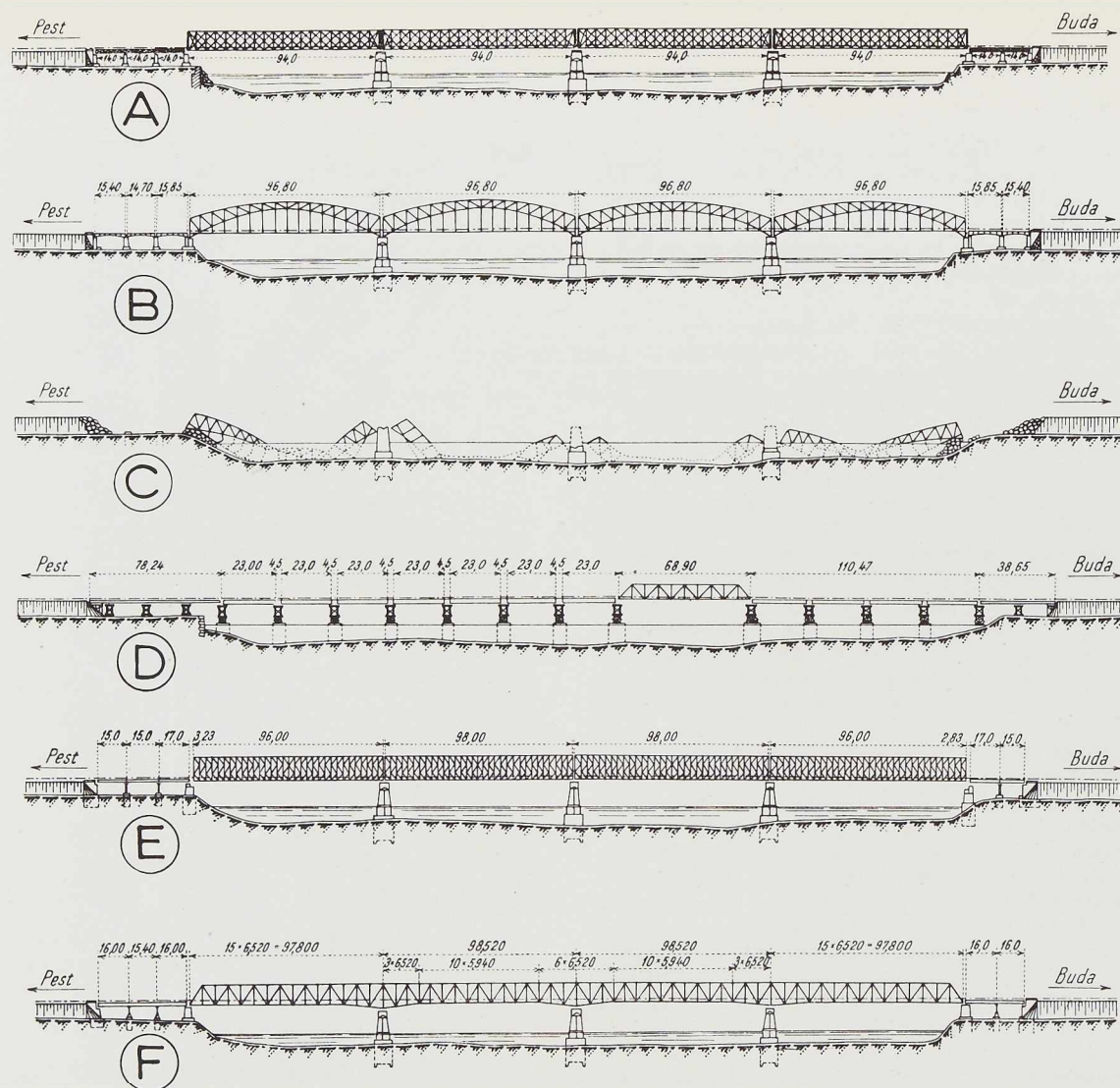


Fig. 334. Pont du Midi à Budapest : détail d'un nœud en « K ».

Fig. 335. Reconstruction d'une pile; les poutres en acier (visibles à gauche) ont été enrobées de béton par la suite.







A : Pont construit en 1873-1877. - B : Ouvrage reconstruit en 1909-1913. - C. Destruction pendant la seconde guerre mondiale. - D : Pont provisoire construit en 1945. - E : Ouvrage reconstruit en 1946. - F : Pont-rails futur actuellement en construction.

**Fig. 336.** Evolution du pont du Midi, sur le Danube, entre Buda et Pest. Cette figure souligne l'évolution de la technique dans la construction des ponts. On y voit (en D) le pont à simple poutre droite, non ouvré, en A, un ouvrage en fer, en treillis multiple classique à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, suivi (en B) d'un pont à arcs en treillis, avec tirants caractéristiques du début du XX<sup>e</sup> siècle en Europe Centrale. Le pont E résulte évidemment des difficultés d'approvisionnement et sa technique en est influencée. Enfin, le pont F répond aux conceptions modernes des treillis à grandes mailles.

L'hiver fit son apparition et retarda l'avancement des travaux.

On a reconstruit les maçonneries dans leur forme ancienne, car l'on se proposait de donner à l'ouvrage restauré son aspect d'avant-guerre.

Etant donné que la hauteur entre le niveau de la voie et la membrure inférieure était beaucoup plus petite dans le pont provisoire que dans

le pont ancien, il a fallu prévoir des chevalets provisoires en béton armé, d'une hauteur de 4<sup>m</sup>90, facilement démontables, permettant de racheter la différence de niveau.

Comme le montage du pont en treillis en K était très urgent, les maçonneries des piles n'ont été reconstruites que dans leur partie nord.

La construction métallique du pont a été assem-





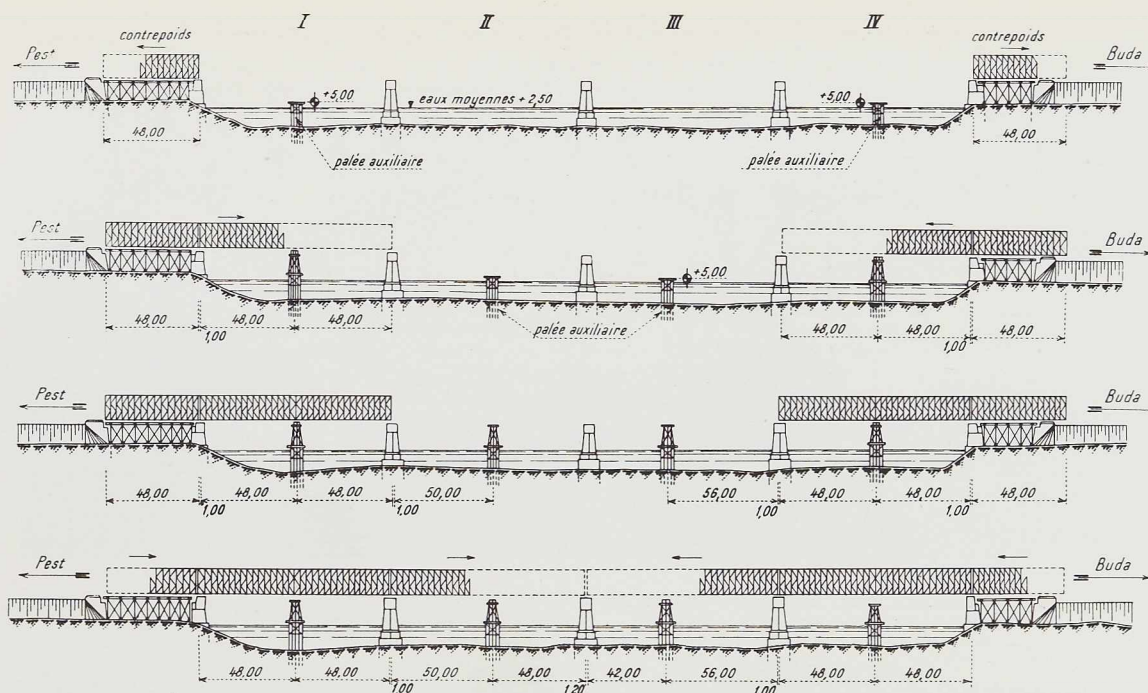


Fig. 337. Montage du pont du Midi, sur le Danube, entre Buda et Pest.

blée au moyen de boulons. Les maîtresses-poutres de ce pont sont composées de poutres en treillis superposées. Toute la construction contient 21 éléments différents. Le poids du plus grand élément est de l'ordre de 1,2 tonne. Les maîtresses-poutres sont espacées de 5<sup>m</sup>10 d'axe en axe. Quant aux entretoises, leur écartement est de 3 mètres, d'axe en axe. Pour le pont du Midi sur le Danube, on eut besoin de quatre travées de 96 mètres de portée chacune. Leur poids total, y compris les boulons et les appareils d'appui est de 2 315 tonnes, dont 883 tonnes sont représentées par le tablier du génie militaire. Les 1 432 tonnes manquantes durent être fabriquées dans les ateliers de construction du pays. Le poids de l'ancien ouvrage à deux voies atteignait 4 150 tonnes.

Le treillis en K fut adopté en raison d'économie des matériaux que ce système procure. Toutefois, malgré l'économie du système, on rencontra de grandes difficultés pour la manufacture des éléments métalliques, dans un pays ravagé par la guerre. La seule usine capable de fabriquer ces éléments et de se charger en même temps des travaux de reconstruction était la fabrique Mavag.

Par suite du manque de bois, il fut impossible de construire des échafaudages sous le pont. Les débris ne l'auraient d'ailleurs pas permis. Pour ces raisons, le montage des travées fut exécuté en porte-à-faux sans échafaudage. Comme ce porte-à-faux atteignait une longueur de 56 mètres, il a fallu construire au milieu de chaque ouverture une palée en bois, fondée sur pieux.

Le montage commença sur les deux rives du Danube à la fois. La construction elle-même servit de contrepoids. Le montage avançait de chaque côté du fleuve vers le milieu. Quand la construction atteignit la première pile, on n'eut plus besoin de contrepoids. Celui-ci fut démonté et transporté en avant. Lorsque la pile centrale fut atteinte, les attaches des maîtresses-poutres au-dessus des piles ont été enlevées. Le montage fut effectué au moyen d'une grue spéciale, dont les chemins de roulement se trouvaient sur les membrures supérieures du pont (fig. 340). Le montage de cet ouvrage de 388 mètres de longueur a demandé 76 jours. Ce délai comprend le montage et le démontage du contrepoids pesant 580 tonnes et mesurant deux fois 48 mètres.

L'emploi des éléments standards du pont « K » le long des maîtresses-poutres n'a pas permis de donner aux travées des contre-flèches.

Avant l'inauguration du pont, on avait procédé à des essais de charge dont les résultats montrèrent que la flèche du pont sous les charges mobiles était seulement de  $\frac{1}{1500}$  de la portée. C'est là une très petite valeur, bien inférieure à la flèche de  $\frac{1}{900}$  établie par les calculs.

Après avoir inauguré le nouveau pont, il restait à démolir le pont provisoire ainsi que les brise-glaces.

Il n'a pas été possible de procéder à ces démolitions avant la débâcle des glaces. Toutefois, on



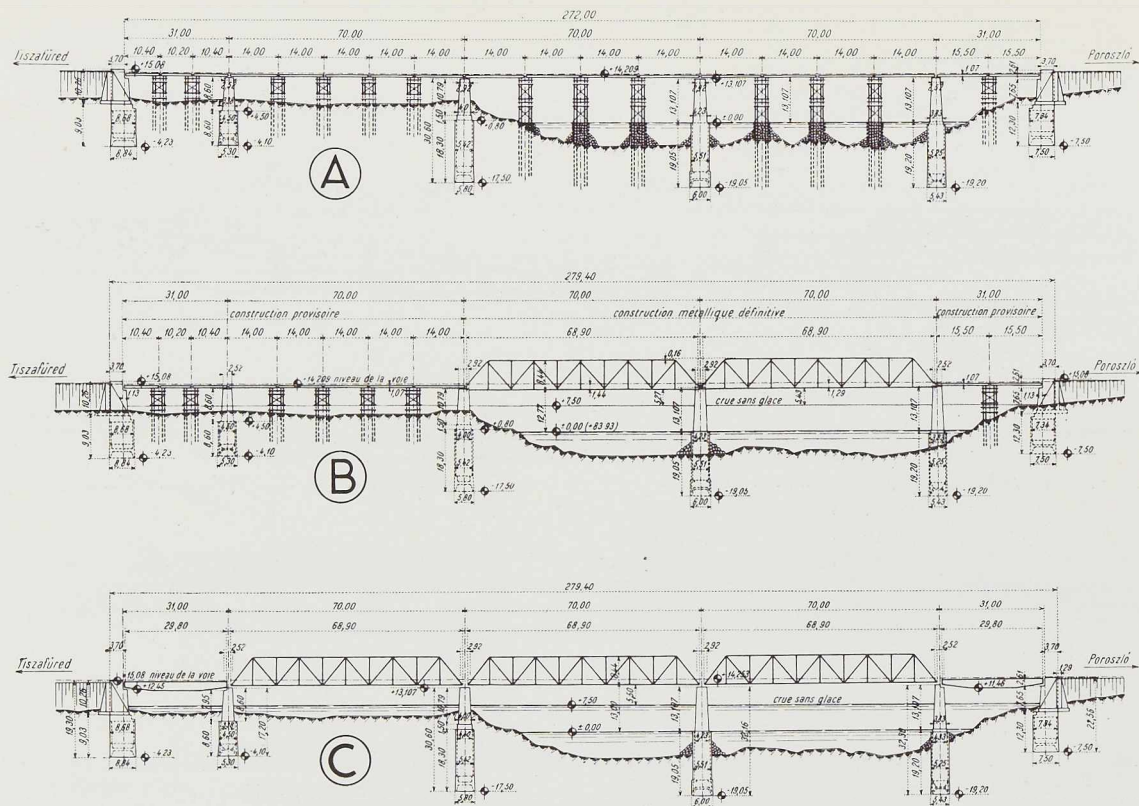


Fig. 338. Reconstruction du pont de Tiszafüred.

A : Pont provisoire. — B : Ouvrage en 1946. — C : Pont définitif.

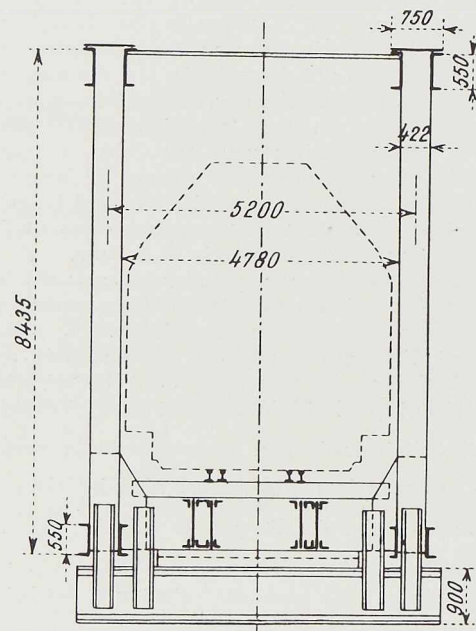


Fig. 339. Montage du pont définitif Tiszafüred des deux côtés du pont provisoire.

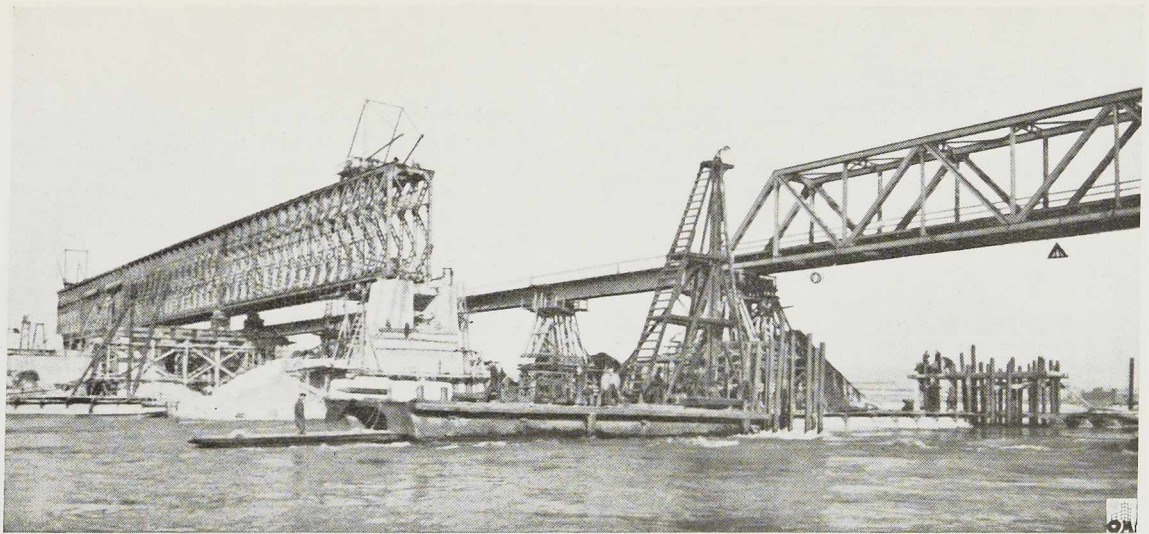
réussit à nettoyer le lit du fleuve de façon à empêcher un entassement de glaces pouvant provoquer des inondations désastreuses pour la capitale hongroise.

La nécessité d'avoir une deuxième voie décida les autorités à construire un second ouvrage, à côté du pont provisoire du type en treillis en K.

#### Les ponts sur la Tisza

Les destructions sur la Tisza se sont étendues à huit ponts-rails, y compris les ponts mixtes pour le trafic ferroviaire et routier, dont le plus important était le pont de Szolnok. L'armée soviétique établit sur la Tisza quatre ponts provisoires en vue d'assurer les transports militaires. C'étaient les ponts de Záhony, Tiszafüred, Szolnok et Szeged, tous construits au moyen de poutres métalliques placées sur des palées très rapprochées l'une de l'autre et pourvues de brise-glaces. A cause de la faible portée de leurs travées, toutes ces constructions se trouvaient sous la menace de la débâcle des glaces. Elles étaient en outre menacées par l'érosion. Enfin, elles pouvaient provoquer des inondations dues à la débâcle des glaces. Aussi, dès qu'il fut possible, il fut procédé aux travaux de reconstruction définitive.





**Fig. 340.** Vue du pont du Midi en cours de construction. Au centre, battage des pieux; à l'arrière-plan, le pont provisoire, construit par les troupes soviétiques.

Ci-après, nous donnons une description des travaux de reconstruction des différents ponts sur ce fleuve, en commençant par ceux situés à l'aval.

### 1. Pont de Záhony

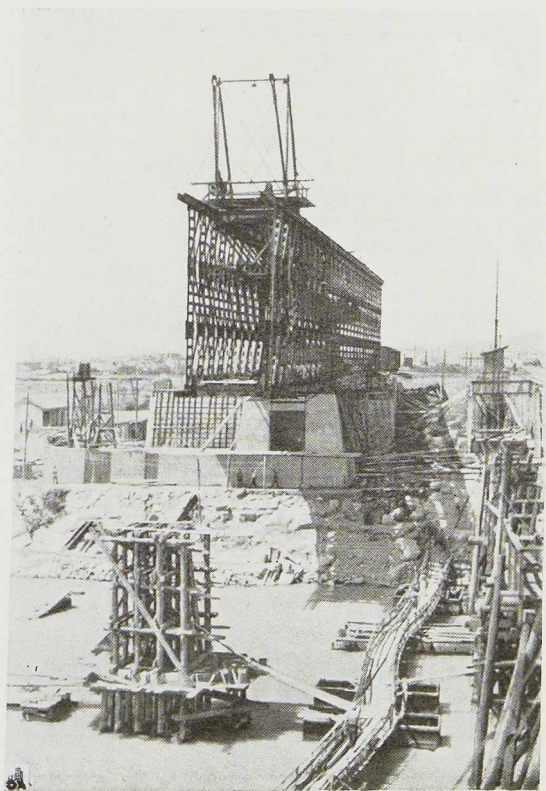
Le pont de Záhony joue un rôle important dans les relations ferroviaires entre la Hongrie et l'U. R. S. S., la seule ligne directe reliant les deux pays passant par ce pont.

L'ouvrage détruit par les Allemands était un pont en treillis composé de trois travées de 85 mètres de portée chacune. Sa destruction fut complète, y compris les piles en maçonneries. Le pont provisoire, construit à côté de l'ancien, fut endommagé au cours de l'hiver 1945-1946 par la débâcle des glaces, mais les troupes soviétiques le rétabliront. La reconstruction définitive est sur le point d'être terminée.

Comme il s'agit d'un pont frontière, le travail est exécuté par chacun des deux pays. Sa reconstruction ne présente pas de problèmes particuliers et nous n'en dirons pas davantage.

### 2. Pont de Tokaj

Le pont de Tokaj assurait un trafic important entre la Hongrie septentrionale et les pays situés au delà de la Tisza. C'était un ouvrage métallique composé de trois poutres en treillis de 69<sup>m</sup>70 de portée chacune. Les dégâts subis par cet ouvrage empêchèrent sa reconstruction, même pro-



**Fig. 341.** Montage en porte-à-faux du pont du Midi à Budapest.



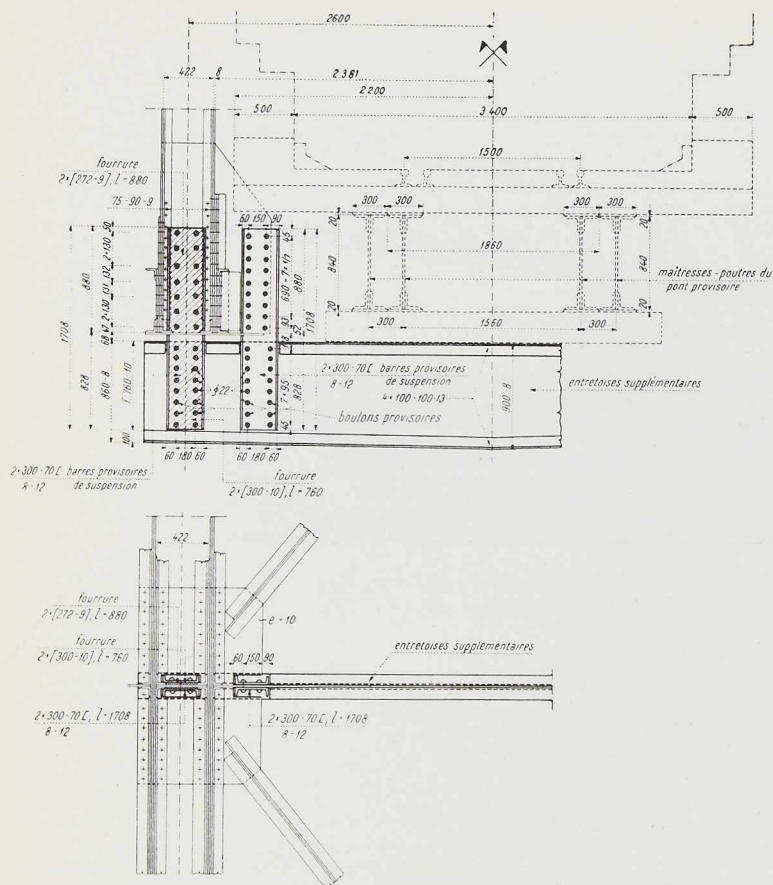


Fig. 342. Pont de Tiszafüred. Détail constructif, en pointillés, le pont provisoire, en traits pleins, le pont définitif.

visoire. Actuellement, il est remplacé par le pont de Tiszafüred qui a repris le trafic ferroviaire passant précédemment par le pont de Tokaj. Le plan de trois ans pour la reconstruction de la Hongrie prévoit le rétablissement du pont de Tokaj.

### 3. Pont de Tiszafüred

Le pont de Tiszafüred se trouvait, pendant la guerre, dans un état particulier, qui avait influencé sa reconstruction. En effet, on avait décidé, pendant les hostilités, de transformer la ligne à voie unique en ligne à deux voies. Cette transformation amena la construction d'un nouveau pont-rails en amont de l'ancien.

Le nouveau pont, qui servira pour le trafic ferroviaire, a été calculé pour une surcharge mobile de 25 tonnes, représentée par une locomotive

à sept essieux. L'ancien pont sera réservé uniquement au trafic routier. Les maçonneries dans l'axe du nouveau pont étaient déjà prêtes en 1942, mais la fabrication de la construction métallique fut retardée à cause du grand nombre de ponts à construire pour la Transylvanie septentrionale rattachée à la Hongrie. La Fabrique Mavag commença à exécuter cette commande en 1943 seulement. Le montage qui devait commencer en automne 1944 fut interrompu au moment de la conclusion de l'Armistice entre les Alliés et la Roumanie.

Les éléments métalliques de la nouvelle construction, composée de trois travées de 70 mètres de portée et de deux travées de 30 mètres, étaient entreposés dans les ateliers de la Mavag.

En automne 1944, l'ancien pont eut beaucoup à souffrir de graves bombardements; deux travées, l'une de 30 mètres, l'autre de 70 mètres, furent détruites. On ne songea même plus, à l'époque, à les reconstruire. Le trafic fut assuré pendant quelques semaines grâce à un pont sur pontons mais, en octobre 1944, les Allemands en retraite le firent sauter, ainsi d'ailleurs que les parties restantes de l'ancien pont.

Les troupes soviétiques, avançant à travers la Hongrie, construisirent dans l'axe du pont-rails projeté, un ouvrage provisoire qui reposait sur les piles déjà édifiées et sur des palées placées entre ces piles définitives. Ce pont assura les communications entre les deux rives du fleuve dès novembre 1944 (fig. 338). Toutefois, cet ouvrage ne possédait pas la sécurité voulue pour le trafic qu'il avait à supporter, bien que ses palées fussent pourvues de brise-glaces. La question de la reconstruction définitive de ce pont s'est donc posée très rapidement. Deux travées de 30 mètres de portée ont été perdues pendant les hostilités, mais les trois travées de 70 mètres étaient toujours disponibles. Les troupes soviétiques en utilisèrent une en 1945 pour la reconstruction du pont-rails à Budapest (fig. 336) mais les deux travées restantes étaient suffisantes pour le travail qu'on avait en vue. L'exécution du pont fut décidée déjà en été 1945. Comme les troupes soviétiques avaient utilisé les nouvelles piles pour y appuyer le pont provisoire, il était nécessaire de construire le nouvel ouvrage en amont du pont provisoire. De cette façon, le trafic pouvait continuer sur l'ouvrage provisoire, sans être interrompu.

Pour la reconstruction de ce pont, on a eu recours à une méthode originale due à l'ingénieur en chef des travaux. Cette méthode consistait à reconstruire l'ouvrage sans interrompre la circulation sur le pont provisoire, étant donné que la largeur du nouveau pont était plus grande que





celle de la passerelle. Par conséquent, les maîtresses-poutres du nouvel ouvrage ont été montées des deux côtés du pont provisoire, sans gêner le trafic routier.

La marche des travaux fut la suivante :

1° On construisit un échafaudage de montage d'une largeur de 12<sup>m</sup>50. Cet échafaudage érigé sous le pont provisoire, était situé dans l'axe de celui-ci. La construction de cet échafaudage nécessitait le battage de 72 pieux;

2° Des deux côtés du pont provisoire, on monta les deux maîtresses-poutres du nouveau pont, puis le contreventement et les entretoises supérieures; le contreventement inférieur fut monté partiellement, car les palées qui soutenaient le pont provisoire ne permettaient pas le montage complet du contreventement inférieur. Pour gagner du temps, la construction fut assemblée au moyen de boulons;

3° On assembla ensuite les entretoises supplémentaires aux maîtresses-poutres au-dessous du pont provisoire;

4° La phase suivante consista à placer le plateau en bois dur entre la partie supérieure des pièces supplémentaires et la partie inférieure des anciennes poutres provisoires. Le pont provisoire s'appuyait donc sur ces pièces, et sa charge fut ainsi transmise aux maîtresses-poutres du nouveau pont, c'est-à-dire aux piles en maçonnerie;

5° La dernière opération consista à enlever l'échafaudage et les palées qui soutenaient le pont provisoire.

Le montage proprement dit commença seulement le 12 novembre 1945, après la mise en place de l'échafaudage. A cause de la saison avancée, une course commença entre les ouvriers du pont et l'approche de l'hiver, l'enjeu de celle-ci étant la sauvegarde du pont. Un mois plus tard, les deux tiers du montage étaient achevés. A ce moment, la débâcle des glaces commença.

En quelques heures, un embâcle extrêmement important se produisit sous l'échafaudage. Cet embâcle menaçait d'anéantir tous les efforts faits jusque-là. Heureusement, la nuit suivante le thermomètre descendit à  $-10^{\circ}$  C; l'amoncellement des blocs de glace entre les montants de la pile se trouva gelé, et, en quelques sorte, soudé à la pile. Leur pression agissait sur les bords de la pile à la façon des réactions d'un arc sur les culées. Les piles furent ainsi déchargées.

Les grands froids durèrent 10 jours pendant lesquels on eut le temps d'achever complètement les constructions métalliques. La température s'est adoucie entre le 20 et le 21 décembre. A ce moment, on pouvait attendre le mouvement des glaces. Mais l'ouvrage était déjà capable de résister à ces charges.

Une demi-heure a suffi pour laisser descendre la construction sur ses appuis. On devait se dépêcher pour détacher la poutre provisoire en vue d'assurer une distance suffisante entre la poutre du pont et l'échafaudage devenu superflu et même dangereux afin que la glace n'emporte pas le pont dans le cas où elle emporterait l'échafaudage.

Après un travail ininterrompu de 36 heures, on réussit à rendre le pont indépendant de l'échafaudage. L'ouvrage pouvait donc être considéré comme sauvé. On a pu alors monter les contreventements là où ils manquaient.

Le 22 décembre, les glaces se mirent en mouvement et on a pu craindre un moment que leur masse ne détruise brutalement tout l'échafaudage. On a réussi, toutefois, en fragmentant les blocs de glace, à empêcher que ceux-ci n'endomagent ni l'échafaudage ni les trois palées.

Dans l'autre travée de 70 mètres, le charriage des glaces au printemps commença le 12 février et dura 8 jours. Mais à ce comant, on avait déjà enlevé tous les échafaudages. Le passage des glaces eut lieu sans aléas. Le 8 mars, tous les secteurs amont du fleuve se trouvaient libérés des glaces et on put commencer à monter l'autre travée de 70 mètres de portée.

Le montage s'est effectué de la même façon que le montage de la travée précédente. Le montage des deux travées était complètement terminé le 29 juin.

Le travail le plus difficile restait toutefois encore à faire. Il s'agissait de monter la poutre de l'ancien pont provisoire et les éléments supplémentaires et de mettre à leur place les entretoises et longerons définitifs, de façon à gêner le moins possible le trafic routier et ferroviaire.

Etant donnée la nature du travail, il était inévitable d'interrompre le trafic pendant quelque temps, mais ces interruptions n'ont jamais dépassé 12 heures.

Pendant ce temps, on enleva les poutres provisoires et on y monta les entretoises et les longerons définitifs.

Le travail décrit ci-dessus fut achevé complètement en automne 1946. Les principales dispositions du pont sont données à la figure 338.

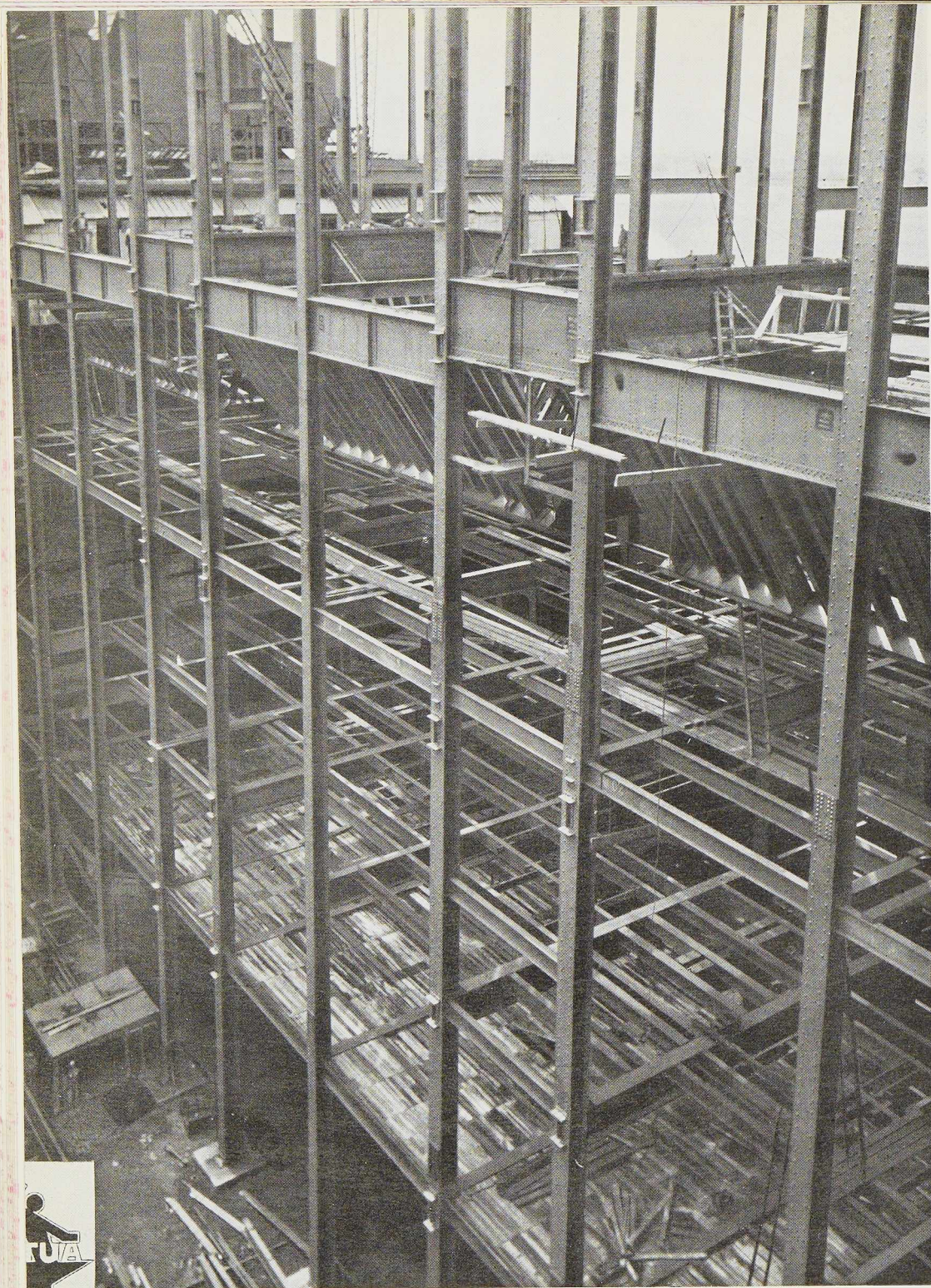
Le montage de la troisième travée de 70 mètres a été effectué au cours de l'année 1947. A l'heure actuelle, le pont est sur le point d'être terminé.

Dans un deuxième article, nous nous proposons de décrire les travaux de reconstruction des ponts de Szolnok, de Csongrád et d'Algyő. La restauration de ce dernier ouvrage présente un intérêt technique tout particulier.

I. K.







(Photo Lacheroy; document OTUA.)

**Fig. 343.** Charpente métallique de la nouvelle centrale électrique de Gennevilliers (France). Cette charpente, qui pèse 5.500 tonnes, vient entièrement des Etats-Unis d'Amérique. Elle ne comporte que des profilés assemblés. Les aciers profilés, souvent à très larges ailes, pèsent jusqu'à 1.000 kg au mètre courant. Les piliers métalliques, qui portent jusqu'à 1.200 tonnes, reposent sur le béton par l'intermédiaire de plaques d'acier de 20 centimètres d'épaisseur; ils ne sont pas encastrés.



# Rapport du Conseil d'Administration à l'Assemblée générale du 15 mars 1948, sur l'activité du Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier, au cours de l'année 1947

(Extraits)

## Considérations générales

Bien que pendant tout ou partie de l'année 1947, les secteurs industriels dont le Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier se préoccupe aient encore été soumis à des réglementations de pénurie ou à des restrictions d'approvisionnement, on peut considérer que cette année a eu une activité presque normale. Il n'en reste pas moins vrai que pendant toute l'année la demande exceptionnelle, provenant toujours des conséquences de la seconde guerre mondiale, a dépassé de loin les capacités de production; il est difficile, dans ces conditions, de fixer, d'une façon sérieuse, les perspectives d'avenir de nos industries.

Dans l'industrie sidérurgique, la production d'acier, après avoir marqué pendant le premier trimestre 1947 un creux, dû en partie aux circonstances rigoureuses de l'hiver, s'est maintenue pendant les deux trimestres suivants à un rythme se situant aux environs de 350 000 tonnes par mois et correspondant au rythme des derniers mois de 1946. Il a fallu attendre le dernier trimestre de 1947 pour voir enfin la production marquer un relèvement sensible, dépasser pour la première fois 400 000 tonnes et même en fin d'année 450 000 tonnes par mois. La moyenne mensuelle de la production du dernier trimestre se révèle donc supérieure à la moyenne des années 1935 à 1939, mais est encore, et de loin, inférieure à la moyenne de l'année 1937 (plus de 520 000 tonnes) et à la moyenne de l'année 1929 (plus de 560 000 tonnes). Sur la production totale de 4 059 410 tonnes, un peu plus de la moitié a été expédié à l'étranger, le reste étant utilisé sur le marché intérieur, qui a reçu dans les six derniers mois, et spécialement dans les trois derniers mois, des attributions importantes. A l'exportation, la pénurie d'acier est presque aussi vive et l'on en comprendra toute l'importance si l'on note que les quantités fournies aux pays importateurs traditionnels n'ont atteint en 1947 que 10 millions de tonnes contre 17 millions en 1937. La part de la Belgique à l'exportation est d'environ 2 200 000 tonnes contre 4 277 000 tonnes en 1937, les quantités fournies à l'intérieur sont

par contre plus importantes que les quantités fournies avant-guerre et ont atteint plus de 2 millions de tonnes : elles restent encore inférieures aux besoins. On peut noter enfin que les usines luxembourgeoises ont continué leur relèvement qui fut plus lent que celui des usines belges et ont pratiquement atteint un indice de production comparable à celui des usines belges. En fin d'année la situation euphorique des trois dernières années s'est modifiée : la demande s'est ralentie et les perspectives pour 1948 semblent indiquer que le marché, tant national qu'international, sera plus calme.

En fabrications métalliques, l'activité a continué à augmenter pendant toute l'année. Les besoins intérieurs et les commandes de l'étranger ont été très élevés et malgré les perspectives moins optimistes en fin d'année, on notait d'une façon générale des carnets de commande bien remplis. Les exportations, qui logiquement dans cette industrie n'avaient suivi qu'avec un certain retard, ont aussi augmenté, pour atteindre environ le tiers des fournitures de l'industrie.

Le secteur des ponts et charpentes est largement pourvu d'ordres. Le secteur du matériel roulant a vu son activité se développer et semble assuré d'ordres importants. En ponts et charpentes, la construction privée, la construction provenant du secteur de l'électricité, la construction industrielle, sont les principaux domaines d'activité. Par contre, le secteur public est resté peu important. Dans la construction métallique, le problème des prix, le problème des délais, le fait qu'une partie importante de la clientèle a dû, momentanément, se détourner des ateliers de construction, rendent difficiles des prévisions d'avenir.

## Considérations techniques

On pourrait être tenté, lors d'un examen superficiel de l'évolution des différentes techniques et en se basant sur les réalisations des dernières années, de croire que la construction métallique se trouve à un stade d'évolution finale et qu'elle n'est susceptible, aujourd'hui, après un siècle d'évolution, que d'un minimum de perfection-





nements mineurs. Il n'en est pas ainsi, bien au contraire, et l'on peut affirmer qu'une série de progrès, d'origines diverses d'ailleurs, et provenant du laminage des matières premières, de la fabrication des profils légers, de la technique de la soudure, du perfectionnement des méthodes de calcul, ouvrent à la construction métallique des perspectives nouvelles.

### 1. Méthodes de calcul

Les possibilités des systèmes hyperstatiques sont considérables, spécialement en construction métallique où la ductilité de l'acier constitue un facteur de sécurité, et dans une certaine mesure, un facteur de correction des hypothèses; l'utilisation des systèmes hyperstatiques reste cependant peu développée, car le calcul en est fort laborieux, il décourage les bureaux d'études ne disposant pas toujours des ingénieurs suffisamment familiarisés avec les méthodes correctes. C'est le mérite de deux spécialistes belges d'avoir mis au point des méthodes de calculs qui facilitent singulièrement la tâche des ingénieurs et permettent de s'engager délibérément dans les constructions hyperstatiques, même très complexes. L'industrie n'a pas encore utilisé complètement et mesuré toute la portée de cette nouvelle possibilité. Celle-ci présente un réel intérêt, même pour la construction de charpentes industrielles où elle conduit à des allègements sérieux; *a fortiori*, elle présente un réel intérêt pour des constructions plus complexes où les efforts sont plus importants. Le développement des méthodes de calcul doit permettre, en outre, d'appliquer dans des charpentes des tensions préalables, permettant de soulager certaines parties exceptionnellement sollicitées. Une révision de nos conceptions en matière de couverture de grande portée, en associant la couverture en tôle à la charpente et en réduisant considérablement le poids doit en être une autre conséquence.

### 2. Aciers faiblement alliés

On a vu se concrétiser en 1947, en Belgique et au Luxembourg, la tendance déjà constatée à l'étranger, d'employer des aciers à haute résistance pour la construction ordinaire; les aciers à 36 kg par mm<sup>2</sup> de limite élastique et à 52 kg par mm<sup>2</sup> de résistance à la rupture ont été normalisés. On constate cependant que l'aspect économique est essentiel dans ce domaine; bien que pour les aciers à 52 kg/mm<sup>2</sup> on autorise le relèvement des tensions admissibles qui atteignent en Suisse 22,5 kg par mm<sup>2</sup>, l'intérêt économique n'est pas toujours apparent pour les constructions fixes de portée moyenne. Il n'en est plus ainsi

pour les constructions de grande portée, pour celles où le problème du poids est très important, enfin, pour les ouvrages mobiles.

### 3. Développement de la soudure

Soudabilité. — Partout à l'étranger, la soudure a continué à se développer systématiquement. Le problème de la soudabilité a trouvé aujourd'hui des solutions techniques bien définies. Si la Belgique et le Luxembourg ont fait œuvre de pionniers à ce sujet, en publiant dès janvier 1947 des normes provisoires, tous les travaux à l'étranger ont confirmé le point de vue exposé dans ces normes provisoires; aussi, là n'est plus aujourd'hui le problème essentiel; c'est au point de vue économique que la position est plus difficile à définir. La tendance très nette à l'étranger est de considérer qu'il est essentiel d'utiliser partout où c'est possible, des aciers normaux, plutôt que de faire appel à des aciers spéciaux, donnant certes des caractéristiques de soudabilité améliorées, mais ayant un prix de base relativement élevé. C'est dans cette voie que l'on s'engage à l'étranger et dans nos pays car c'est la seule qui permet d'utiliser techniquement et économiquement les possibilités si vastes de la soudure.

### 4. Développement de la tôle pliée

Nous avons déjà souligné l'importance du développement de la tôle pliée. Il faut cependant rappeler cette question, car elle est une des plus caractéristiques de l'évolution des fabrications métalliques. On emploie aujourd'hui la tôle pliée dans les charpentes légères, où elle permet des économies de poids atteignant 30 et 40 %, dans le matériel roulant, dans l'industrie automobile, dans la construction navale et fluviale, dans le bâtiment, etc. L'une des objections de l'emploi de la tôle pliée, celle de la résistance au temps, a été clairement levée par l'étude qui a été faite récemment aux Etats-Unis. Une série importante de grands immeubles où l'on a employé depuis parfois 35 ans, des éléments en tôle pliée ont été inspectés; aucun des éléments visités n'a été trouvé insuffisant, 90 % se trouvaient en bon état, 10 % dans un état satisfaisant. Devant le développement de ces éléments, un code de bonne pratique du calcul des éléments en tôle pliée a été établi aux Etats-Unis. (Une traduction paraîtra dans le n° 6-1948 de la revue *L'Ossature Métallique*.)

### 5. Emploi de l'acier dans l'industrie du bâtiment

Nous avons été frappés en étudiant le rapport, présenté au printemps 1947, par le Ministère du





Rééquipement national, de constater l'insuffisance systématique des moyens de production du secteur du génie civil pour faire face aux besoins du pays au cours des 10 prochaines années. Cette insuffisance est vraiment catastrophique et ne manquera pas d'avoir sur les autres secteurs industriels et sur la situation sociale de la population, privée d'habitations ou mal logée, une répercussion importante. Le phénomène n'est pas propre à la Belgique et on le constate dans tous les pays civilisés. Cette situation a conduit les bâtisseurs (architectes ou entrepreneurs) à rechercher le développement des fabrications faites en usine et à réduire les heures de main-d'œuvre nécessaires sur le chantier, cela d'autant plus que les ouvriers qualifiés ou les manœuvres préfèrent de plus en plus s'orienter vers des travaux en atelier non soumis aux intempéries et aux facteurs saisonniers. Il est caractéristique de constater que plusieurs rapporteurs venus de différentes formations industrielles ou scientifiques au Congrès de Liège de septembre 1947, ont insisté sur les nécessités de la préfabrication dans le bâtiment en Belgique. La solution des problèmes du génie civil n'est pas ailleurs : elle conduit à inscrire dans ce secteur des usines et des ouvriers qui, jusqu'à présent, n'y sont pas intéressés, industries qui seront vraisemblablement disponibles au cours des années prochaines. Il faut notamment utiliser toutes les possibilités de l'industrie transformatrice de l'acier pour apporter des éléments très évolués nécessitant à pied-d'œuvre un simple montage. Ceux-ci sont multiples, sans parler des pièces coulées, on doit passer à la construction en usines : d'ensembles de canalisations pour amener et évacuer l'eau, le gaz, l'électricité, d'ensembles en tôles pliées et en profils laminés destinés aux châssis de fenêtres, aux seuils, aux encadrements de fenêtres, aux volets (si possible, on assemblera en atelier des unités complètes constituant la croisée, comportant l'encadrement, le châssis ouvrant, le volet avec sa boîte, le seuil et le linteau, enfin, le cache-radiateur), des portes fabriquées en série, des chambranles, posés à l'avance avec les cloisons, des éléments de cloison à encadrements métalliques, des murs-armoires remplaçant les murs maçonnés, des installations de chauffage construites à l'avance et dont les dispositions sont prévues, des charpentes portantes avec revêtements de faible épaisseur en briques ou en matériaux de plus grandes dimensions, des blocs-eau comportant achevés en usines le w. c., la salle de bain, l'évier et l'installation de la cuisine, des charpentes de toitures montées en usine. On peut aller plus loin et faire comme à l'étran-

gers intérieurs, des éléments de toitures, des maisons complètes. Le développement de telles fabrications permettrait de réserver au gros-œuvre en maçonnerie et en béton, notamment pour les grands travaux publics, la main-d'œuvre insuffisante du secteur du génie civil.

Il faut insister auprès des producteurs qui s'engageront dans cette voie, sur la nécessité de fournir du matériel de classe qui ne puisse à aucun titre être considéré comme un palliatif. Ce matériel de choix nécessite une mise au point parfaite car, dans le domaine du bâtiment, c'est le fini seul qui assure des solutions satisfaisantes. Cette mise au point ne peut se faire, à notre avis, qu'en s'inspirant, d'une part, franchement des réalisations étrangères, anglaises et françaises notamment, qui sont à certains égards remarquables et, d'autre part, en faisant appel à la collaboration des architectes et des entrepreneurs, chevilles indispensables de l'industrie du bâtiment dont les compétences techniques se doublent de compétences commerciales et administratives, qui seront pour les producteurs des plus intéressantes.

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

##### 1. Publications

a) *La revue L'Ossature Métallique*. — En fin d'année 1946, le Conseil d'administration a décidé de porter la périodicité de *L'Ossature Métallique* à 11 numéros par an au lieu de 6 en 1945 et 1946, ce qui a considérablement augmenté nos possibilités de diffusion. La comparaison entre 1946 et 1947 est, par conséquent, difficile à établir, non seulement nous avons vu le nombre de nos numéros presque doublé, mais en outre, le tirage par numéro s'est sensiblement relevé, nous permettant de toucher, d'une façon encore limitée d'ailleurs, des milieux plus étendus d'utilisateurs de l'acier et répondant à une augmentation sensible de nos abonnés.

Parmi les numéros parus en 1947, il y a lieu d'attirer l'attention toute particulière sur trois d'entre eux : le numéro de janvier, numéro traditionnel d'exportation, qui comportait la publication des « Conditions de soudabilité » mise au point par la Commission Mixte des Aciers, une étude sur le matériel roulant belge et une étude sur un chevalement de mines de technique nouvelle et audacieuse; le numéro de mai consacré à la présentation des résultats du Concours d'architecture, organisé en 1946 par le C. B. L. I. A. et qui montrait quelques exemples fort intéressants d'applications de la construction métallique au bâtiment moderne; enfin, le numéro de dé-





cembre, consacré à des réalisations nationales parmi lesquelles une réalisation en acier spécial et des pylônes pour caténares très élancés.

Nous avons publié, en 1947, 11 numéros, avec un tirage total de 32.100 exemplaires, soit une moyenne de 2.918 exemplaires. La moyenne de 1946 a été de 2.366 exemplaires, celle de 1939 de 3.068 exemplaires. La hausse des frais d'impression, survenue brusquement au début de 1947, ne nous a pas permis d'atteindre la moyenne de 3.000 exemplaires prévue originalement, ce chiffre sera atteint en 1948. Nous avons publié au total 914 pages dont 545 pages de texte, soit une moyenne de 49,5 pages par numéro.

ABONNÉS. — Le nombre de nos abonnés a continué à s'élever et a atteint pratiquement 200 % de celui de 1939.

PUBLICITÉ. — Les 11 numéros de l'année ont comporté 363 pages d'annonces payantes, soit 33 pages par numéro, contre 31 en 1946, 24 en 1945, 43 en 1939. A l'heure actuelle, la plupart des contrats sont renouvelés, et nous pouvons escompter pour 1948 une augmentation d'environ 10 % du volume de nos annonces, ceci, malgré une majoration de prix rendue nécessaire par l'augmentation des frais d'impression survenue en 1947.

La tradition du numéro 1 de *L'Ossature Mé-tallique*, considéré comme un numéro d'exportation à fort tirage, est très appréciée par nos membres et nos annonceurs, et nous nous efforçons de développer cette tendance qui nous permet de distribuer, principalement à l'étranger, un numéro fort important, véritable porte-parole de notre industrie. Le numéro 1-1947 avait 38 pages d'annonces, le numéro 1-1948 comportait 56 pages d'annonces.

b) *Editions diverses.* — Poursuivant notre programme d'édition de documents de nature à faciliter les emplois de l'acier, nous avons édité en 1947 les documents suivants :

CATALOGUE DES ACIERS POUR LA CONSTRUCTION MÉCANIQUE. — Ce document résulte de travaux de la Commission Mixte des Aciers, constituée à l'initiative de la Fédération des Entreprises de l'Industrie des Fabrications Métalliques; publié avec l'accord de l'Institut Belge de Normalisation, il constitue une proposition de standard, il comporte les tableaux des aciers essentiels destinés à la construction mécanique, avec indication des usines qui le produisent. Ce document comporte les aciers de construction mécanique d'usage courant (barres et tôles) avec conditions de soudabilité, les aciers de traitement thermique (aciers définis chimiquement, aciers fournis à l'état

traité) enfin, les aciers spéciaux pour traitement thermique, au total, une cinquantaine de nuances.

NORMES DE QUALITÉ POUR LES ACIERS SOUDABLES. — Ce document constitue un projet de standardisation publié à la demande de la Commission Mixte des Aciers. C'est la première proposition faite à ce sujet, tant en Belgique qu'à l'étranger. Sans avoir un caractère définitif, cette proposition a rencontré l'agrément des grandes administrations et de la construction métallique, qui en ont adopté les stipulations.

CATALOGUE DES PROFILÉS. — Publié en 1946, ce document comportait à la fin de cette année 18 tableaux, 5 nouveaux tableaux ont été édités et envoyés à tous les détenteurs. Ils comprennent :

Profils T découpés hors poutrelles à larges ailes (1 feuillet), plats à bulbes (2 profils en 10 dimensions, 1 feuillet); ces deux tableaux donnent des caractéristiques mécaniques complètes des sections), larges plats (2 feuillets), plats à nervures centrales et plats à 3 nervures (1 feuillet). Ces documents donnent les dimensions principales laminées par les usines.

ALBUM DE MACROGRAPHIES. — Ce document ayant été épuisé, nous avons été obligés d'en faire une nouvelle édition (250 exemplaires).

Nous avons continué à distribuer pendant cette année d'autres documents édités par nous et notamment « Tableaux et abaques pour le calcul rapide des constructions métalliques », par H. Schnadt et « Tableaux pour le calcul rapide des poutres à âme pleine », par O. Houbrechts.

Sont pratiquement épuisés à l'heure actuelle, notre *Catalogue des profilés* et l'ouvrage de M. H. Schnadt. Leur réédition est à l'étude.

## 2. Bibliothèque et service de documentation

A la suite des efforts faits spécialement au début de l'année 1947, nous avons pu pratiquement reprendre toutes nos relations avec les grandes revues étrangères et assurer à notre bibliothèque le service des revues qui sont nécessaires pour tenir à jour notre documentation. En fin d'année, nous recevions 240 revues provenant notamment des pays suivants : Empire britannique 45, France 43, Etats-Unis 20 (la plupart importantes et à grande périodicité), Suisse 20, Italie 10, etc. Simultanément nous avons établi en 1947 un ensemble de 3.300 nouvelles fiches bibliographiques. L'intérêt de ce fichier n'a pas échappé à différentes organisations, qui nous ont demandé de leur faire le service de nos fiches, ce qui a été entrepris dans le courant de l'année. En ce qui concerne les ouvrages, nous avons reçu





135 ouvrages de grande valeur, sans compter les monographies et brochures de moindre importance, ce qui porte le nombre total de nos ouvrages à environ 1 700. L'intérêt de cette bibliothèque est reconnu par nos membres et les utilisateurs d'acier. Nous avons reçu en 1947, 690 visites de consultation et nous avons prêté 500 ouvrages à l'extérieur, contre respectivement 320 et 340 en 1946.

**DOCUMENTATION SIDÉRURGIQUE.** — A la demande du Groupement des Hauts Fourneaux et Aciéries Belges, nous assurons des contacts entre le Centre de Documentation Sidérurgique de Paris et notre industrie. Dans ce but, nous avons été amenés à créer un fichier spécial, copie de celui existant à Paris et dans lequel sont méthodiquement classés les documents établis par le Centre de Paris. Ce fichier est important et comporte maintenant plus de 16 000 fiches. Il est à la disposition des usines sidérurgiques.

### 3. Notes d'information et lettres circulaires

Nous avons adressé, en 1947, 24 notes d'information, dont certaines fort importantes, à nos membres. Nous avons en outre adressé 62 lettres-circulaires. Parmi les questions importantes traitées dans nos notes d'information, figurent les points suivants :

- Tableau des aciers inoxydables produits en Belgique et au Luxembourg.
- La soudabilité des aciers américains, expériences de la construction navale.
- L'allègement du matériel roulant (Congrès de Lucerne).
- Activités de la Commission Belge de Corrosion.
- L'importance économique et sociale de la sidérurgie belge.
- Les tendances actuelles des profilés.
- Considérations sur les accidents en construction soudée.
- Note sur le développement de l'industrie sidérurgique en U. R. S. S., en France et en Allemagne.
- Progrès dans les constructions métalliques soudées.
- Evolution des nuances et spécialement des nuances à haute résistance.
- La protection des immeubles à ossature métallique contre le feu, etc.

### 4. Conférences

M. Nihoul a été invité au cours de l'année 1947 à exposer à plusieurs reprises, des problèmes relatifs aux applications de l'acier.

Pendant les mois de mars, avril et mai : à

l'Université de Bruxelles, il a fait une série de 7 exposés, sur les questions suivantes :

- L'industrie de la sidérurgie et l'industrie des fabrications métalliques dans l'économie nationale.
- Les aciers et produits sidérurgiques mis à la disposition du marché national.
- Etudes de constructions récentes, intéressantes par leur conception, leur calcul ou leurs moyens d'assemblages.
- Applications de la tôle dans la construction (2 exposés).
- Applications particulières de la construction métallique dans le bâtiment.
- Applications générales de la construction métallique.
- Quelques aspects particuliers de la construction des ponts modernes.

A Paris, salle des Anciens Elèves de l'École Centrale des Arts et Manufactures, a été traité le 30 janvier :

- La soudabilité des aciers.
  - A Liège, au Congrès du Centenaire de l'A. I. L. G. ont été présentés deux rapports :
  - Aperçu sur les tendances de la technique de l'habitation, le 8 septembre 1947.
  - Les tendances actuelles des produits laminés, le 9 septembre 1947.
- Enfin, devant les *Constructeurs de ponts et charpentes de Belgique*, le 19 décembre 1947.

— Tendances actuelles et futures en construction de ponts et charpentes.

### 5. Voyages d'études

Le 31 janvier, M. Nihoul a rencontré à Paris, les dirigeants de l'O.T.U.A.

Le 6 mai, M. Nihoul a accompagné M. le Directeur Ghilain de la S. N. C. B. à Homécourt et assisté à l'élaboration, au four Martin, d'une coulée d'acier très doux (procédé Fourmanoit) aux Aciéries de la Marine et d'Homécourt.

M. Nihoul a participé aux travaux de la XIV<sup>e</sup> session de l'Association du Congrès des Chemins de Fer à Lucerne du 23 au 29 juin 1947. Il a notamment suivi les travaux des sections relatives à l'allègement du matériel roulant et aux traverses métalliques. Les résultats de ce Congrès ont été importants pour l'application des aciers à haute résistance dans le matériel voyageur en Belgique.

Les 8 et 9 mai, M. le professeur Eug. François et M. Nihoul ont participé à La Haye à la réunion du Comité permanent de l'Association Internationale des Ponts et Charpentes (A. I. P. C.). Au cours de cette réunion, il a été décidé de tenir en septembre 1948, le III<sup>e</sup> Congrès de l'A. I. P. C., à Liège.





Du 9 au 13 octobre 1947, M. le professeur Eug. François, M. Nihoul et M. Balbachevsky, ont participé à la 10<sup>e</sup> réunion des Centres d'Information de l'Acier, qui s'est tenue à Locarno, et a comporté un voyage d'études des ouvrages hydrauliques du nord de la Suisse.

Du 26 au 28 novembre, M. J. Thiry a participé au voyage d'études de l'Association pour l'Urbanisme et l'Habitation, dans l'est de la France, au village électrique de Saint-Hilaire-sur-Helpe, à Merlebach, à Florange, enfin, à Differdange et Luxembourg. Au cours de ce voyage, nous avons pu faire visiter aux personnalités belges, autorités communales, architectes, ingénieurs, préoccupés du problème de la petite habitation, d'intéressantes maisons en acier, anciennes de plus de 20 ans, et en parfait état. La visite de la Société Hadir, à Differdange, a également vivement impressionné les visiteurs, ainsi que les nouvelles cités ouvrières de Merlebach.

#### 6. Participations aux activités d'autres associations scientifiques ou professionnelles

a) *Contacts avec les Centres d'Information de l'Acier.* — A l'invitation du Centre Suisse d'Information de l'Acier, la 10<sup>e</sup> réunion des Centres d'Information s'est tenue en octobre 1947. Cette réunion a traité des questions suivantes :

- Documentation photographique et documentation cinématographique.
- Protection de l'acier contre la corrosion.
- Aciers à haute résistance.
- Soudabilité des aciers.
- Utilisations de l'acier dans le bâtiment.
- Développement de la tôle pliée et des profils en tôle pliée.
- Constructions tubulaires.
- Comportement des profils en tôle pliée.

Elle nous a permis de développer nos rapports avec les organisations anglaise, française, italienne, hollandaise, tchèque, suisse, qui y étaient représentées, et de connaître les problèmes que traitent ces organisations et les moyens qu'elles emploient pour développer les applications de l'acier.

A cette réunion a été décidée la création d'une documentation photographique commune : certains centres nous ont demandé le service de nos fiches de documentation bibliographique; des échanges de conférenciers et de films ont d'autre part été étudiés.

Nous attirons spécialement l'attention sur l'étude systématique des problèmes de la peinture que vient d'achever l'O. T. U. A. et qui apporte une amélioration pratique au problème de la qualité de la couche de peinture.

b) *Participation aux activités d'autres associa-*

*tions.* — Une partie importante de notre activité est consacrée à suivre et à participer très attentivement aux travaux d'associations scientifiques, techniques et professionnelles, enfin, d'y exposer objectivement le point de vue de notre industrie. Dans ce but, évidemment, nous tenons contact étroit avec le Groupement des Hauts Fourneaux et Acieries Belges, le Groupement des Industries Sidérurgiques Luxembourgeoises et la Fédération des Entreprises de l'Industrie des Fabrications Métalliques. Nous nous félicitons de ces contacts, qui nous permettent de bien connaître les problèmes d'ensemble et les difficultés auxquelles se heurte l'expansion de notre industrie.

Sans vouloir être complets, citons notamment notre participation aux travaux suivants :

INSTITUT BELGE DE NORMALISATION.

Conseil d'administration, Commission de la Sidérurgie, des Appareils de levage, des Ponts métalliques, des Réservoirs métalliques, du Vent.

INSTITUT BELGE DE LA SOUDURE.

Conseil d'administration, Comité technique.

BUREAU SECO.

Conseil d'administration.

INSTITUT BELGE DES HAUTES PRESSIONS.

Conseil d'administration.

L'ASSOCIATION BELGE D'ESSAIS DES MATÉRIAUX.

Bureau, Commission de la protection contre la corrosion par les pointures; en formation : une Commission pour l'étude de la corrosion des canalisations.

COMMISSION MIXTE DES ACIERS DE FABRIMÉTAL.

Commission des aciers pour constructions soudées, Commission des aciers pour constructions mécaniques.

OREX.

Conseil d'administration.

COMITÉ POUR L'ÉTUDE DU FLUAGE DES MÉTAUX AUX TEMPÉRATURES ÉLEVÉES.

ASSOCIATION INTERNATIONALE DES PONTS ET CHARPENTES.

M. Nihoul assure le secrétariat du groupe belge de cette association. Conjointement avec M. Louis, ingénieur en chef, directeur des Ponts et Chaussées, il assure le secrétariat général du prochain Congrès, qui aura lieu à Liège en septembre 1948.

CENTRE DE DOCUMENTATION SIDÉRURGIQUE DE PARIS.

Conseil d'administration.

#### 7. Divers

a) *Diffusion de films documentaires.* — Les quatre sur la technique du haut fourneau, l'aciérie Thomas, l'aciérie Martin, le laminoir, que nous mettons régulièrement à la disposition des élèves des universités et des écoles techni-





ques, ont continué à être projetés dans 24 établissements d'enseignement supérieur ou moyen, et devant environ 6 000 élèves.

b) *Exposition de projets d'architecture.* — Nous avons organisé, en 1946, un concours d'architecture, dont nous avons fait rapport à l'Assemblée générale de 1947. Nous avons exposé les six projets primés (projets de MM. les architectes Y. Blomme, G. Ricquier, O. Loschetter et P. Reuter, St. Jasinski, M. Brunfaut, L. de Vestel) à la 13<sup>e</sup> Exposition internationale du Bâtiment et des Travaux publics du 1<sup>er</sup> au 15 juin 1947. Cette exposition a eu le plus vif succès et a attiré l'attention de personnalités politiques ainsi que de grands entrepreneurs.

c) *Tableaux didactiques pour le Ministère de la Défense nationale.* — Nous avons réalisé une série de quatre grands panneaux destinés au service d'éducation du Ministère de la Défense nationale et se rapportant aux questions suivantes :

- Schéma de la production sidérurgique.
- Graphique de la production d'acier belgo-luxembourgeois et de la production mondiale.
- La situation géographique des centres sidérurgiques en Belgique et au Luxembourg.
- Les services du C. B. L. I. A.

## Conclusions

L'évolution technique et économique actuelle a des conséquences directes sur l'activité de la métallurgie : si, jusqu'à présent, le problème des carnets de commande ne s'est guère posé, cette situation a commencé à évoluer et nous avons enregistré, au cours de la fin de l'année 1947, quelques échecs de la construction métallique qui montrent que, dorénavant, le problème de la qualité et le problème des prix vont se poser à nouveau. C'est pourquoi nous avons, au cours de cette année, attaché notre activité au problème de la qualité, convaincus que des progrès sensibles nous restent ouverts, notamment dans le domaine de la conception où des bureaux d'études soucieux d'imagination et d'audace, rechercheront des nouvelles solutions à des problèmes traditionnels utilisant leurs connaissances modernes des matériaux, s'orientant vers l'achèvement de grands ensembles en usine; des progrès seront en outre apportés dans le domaine des matières premières et celui de l'exécution. Nous avons, en toutes occasions, signalé ces nouvelles possibilités aux utilisateurs et aux exécutants : leur étude attentive a été suivie systématiquement par nos services.

Nous comptons poursuivre, en 1948, cette méthode de travail et apporter ainsi aux utilisateurs et à nos membres, de nouvelles possibilités d'appliquer économiquement le matériau acier.

---

## Articles à paraître prochainement :

**Reconstruction de la coupole du Palais de Justice à Bruxelles,** par A. STORRER.

**Les constructions tubulaires de la Foire de Milan.**

**Reconstruction du Pont Marguerite à Budapest,** par Ch. SZÉCHY.

**Ponts métalliques de faible portée en Grande-Bretagne.**

**Emploi de l'acier au Barrage de Génissiat (France).**

**Le nouveau pont de Howrah (Inde).**

**Evolution des chevalements de mine,** par A. LAMBOTTE.

**Reconstruction des ponts-rails en Hongrie (2<sup>e</sup> étude),** par I. KORÁNYI.

---





# Détermination des tensions résiduelles dans quelques constructions soudées <sup>(1)</sup>

(Recherche subsidiée par l'I.R.S.I.A.)

par

**W. Soete,**

Ingénieur A. I. G.,  
Professeur à l'Université de Gand,

**R. Vancrombrugge,**

Ingénieur A. I. G.,

et **Ch. De Wulf**

Parmi les réalisations les plus remarquables de l'industrie américaine pendant le temps de guerre, figure incontestablement la mise au point d'un appareillage précis, et d'application aisée, de mesure des déformations, en faisant usage de résistances ohmiques. Le principe de ce genre d'extensomètre était connu depuis longtemps, mais son utilisation restait extrêmement délicate. La fabrication de résistances ohmiques et d'un appareillage d'enregistrement parfaitement calibrés a conduit à un développement prodigieux de ce type d'extensomètre. Il existe aujourd'hui aux Etats-Unis une documentation considérable sur les applications des résistances ohmiques « electric strain gage » applications qui ont permis dans des branches d'industries variées des investigations nouvelles absolument remarquables. En Europe, les applications de ce type d'extensomètre sont encore limitées. Celle qui fait l'objet de la présente étude est réellement remarquable car elle apporte une solution à un problème de la résistance des matériaux, celui de l'étude des tensions résiduelles sans destruction des pièces. La solution que M. le Professeur Soete et ses collaborateurs lui ont apportées est particulièrement élégante. Nous nous félicitons de pouvoir, en publiant deux applications de cette nouvelle méthode, souligner un exemple efficace d'utilisation de l'extensomètre ohmique.

O. M.

Le but de cet article est de donner deux exemples de la détermination des tensions résiduelles par la méthode présentée par deux des auteurs dans la *Revue de la Soudure* <sup>(2)</sup> : Pour l'exposé théorique de la méthode nous renvoyons le lecteur à ces publications. Nous rappelons brièvement le principe de la méthode.

<sup>(1)</sup> Recherche effectuée au Laboratoire de résistance des matériaux de l'Université de Gand et subsidiée par l'Institut pour l'Encouragement de la Recherche scientifique dans l'Industrie et l'Agriculture (I. R. S. I. A.) et par l'Institut belge de la Soudure (I. B. S.).

<sup>(2)</sup> W. SOETE et R. VANCROMBRUGGE, *Revue de la Soudure*, nos 4-1947 et 1-1948.

## I. La détermination des tensions résiduelles dans le cas où l'état de tension est homogène en profondeur

### 1. Généralités

Lorsqu'on fore un trou dans une pièce sollicitée, l'état de tension est changé dans une zone limitée autour du trou. Cela revient à dire qu'on superpose à l'état de tension existant, un second état de tension. De la connaissance de l'état de tension superposé, on peut déterminer l'état de tension initial. En pratique on opère de la façon suivante :





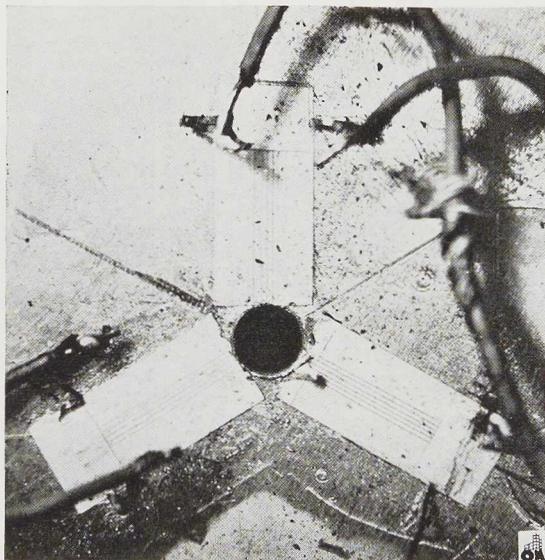


Fig. 344. Extensomètres ohmiques et trous.

On fixe sur la pièce trois extensomètres ohmiques<sup>(1)</sup> dans des directions radiales (fig. 344 et 345). A l'intersection des axes des extensomètres on fore un trou de 6 mm de diamètre et on mesure les dilatations moyennes  $\varepsilon'_{+\alpha}$ ,  $\varepsilon'_0$ ,  $\varepsilon'_{-\alpha}$  libérées par forage.

Moyennant ces trois valeurs on peut calculer les dilatations initiales  $\varepsilon_{+\alpha}$ ,  $\varepsilon_0$ ,  $\varepsilon_{-\alpha}$  existant avant forage dans les directions  $\alpha$ , 0 et  $-\alpha$  par les formules.

$$\begin{aligned}\varepsilon_{+\alpha} &= K_1 \varepsilon'_{+\alpha} + K_2 (\varepsilon'_{+\alpha} + \varepsilon'_{-\alpha} - 2 \varepsilon'_0 \cos 2\alpha) \\ \varepsilon_0 &= K_1 \varepsilon'_0 + K_2 (\varepsilon'_{+\alpha} + \varepsilon'_{-\alpha} - 2 \varepsilon'_0 \cos 2\alpha) \quad (1) \\ \varepsilon_{-\alpha} &= K_1 \varepsilon'_{-\alpha} + K_2 (\varepsilon'_{+\alpha} + \varepsilon'_{-\alpha} - 2 \varepsilon'_0 \cos 2\alpha)\end{aligned}$$

dans ces formules

$$K_1 = \frac{B}{B'} \quad \text{et} \quad K_2 = \frac{AB' - A'B}{2A'B'(1 - \cos 2\alpha)} \quad (2)$$

(1) L'extensomètre ohmique est un tensomètre électrique basé sur la variation de la résistance électrique d'un fil métallique quand celui-ci subit une déformation. Le fil est replié en zig-zag et collé sur un morceau de papier. Cet emplâtre est collé à son tour à l'aide de ciment de cellulose sur la construction à ausculter. Les faibles variations de la résistance électrique provenant de l'allongement au fil, de la diminution de sa section et du changement de sa résistivité, sont mesurées au moyen d'un pont de Wheatstone. La mesure de la déformation étant ramenée à la mesure d'une grandeur électrique, la technique des électroniques ouvre ainsi un nouveau domaine dans la mesure expérimentale des déformations.

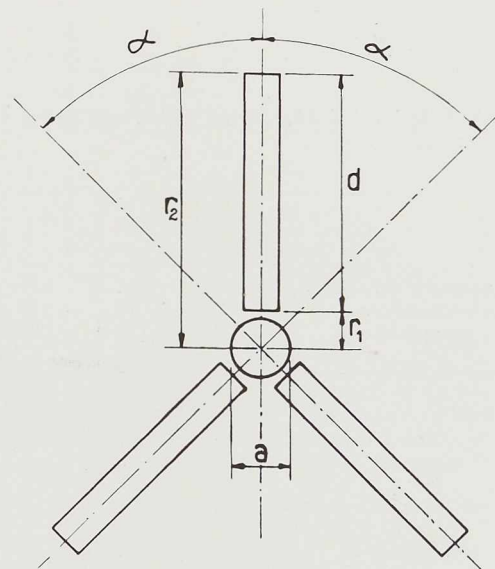


Fig. 345. Emplacement des extensomètres vis-à-vis du trou.

avec

$$\begin{aligned}A' &= -\frac{1+\nu}{2} \cdot \frac{a^2}{r_1 r_2} \\ B' &= \frac{2a^2}{r_1 r_2} \left[ -1 + \frac{1+\nu}{4} \cdot \frac{a^2 (r_1^2 + r_1 r_2 + r_2^2)}{r_1^2 r_2^2} \right]\end{aligned}$$

$$A = 0,35$$

$$B = 0,65$$

$\nu$  = coefficient de Poisson = 0,3.

Les valeurs de  $K_1$  et  $K_2$  sont fonction du diamètre  $a$  du trou et des distances  $r_1$  et  $r_2$  des centres du trou aux extrémités de l'extensomètre (fig. 345). Connaissant  $\varepsilon_{+\alpha}$ ,  $\varepsilon_0$ ,  $\varepsilon_{-\alpha}$  on peut, par un cercle de Mohr, déterminer les tensions initiales.

## 2. Tensions résiduelles dans les cordons de soudure d'un réservoir soudé

Les réservoirs dont les dimensions sont données à la figure 346 ont été assemblés par des cordons de soudure  $a$  (soudure à plat),  $b$  (soudure en corniche) et  $c$  (soudure montante). Un premier réservoir était soudé à l'arc, un second au chalumeau. Les tensions résiduelles ont été mesurées aux points A, B et C.



a) Réservoir soudé à l'arc

Les extensomètres sont placés aux points A, B et C comme indiqué aux figures 346 et 347. Le tableau I donne les dilatations moyennes libérées par le forage du trou.

	A	B	C
Extensomètre 1	- 235	- 350	- 230
Extensomètre 2	+ 65	+ 78	- 175
Extensomètre 3	- 120	- 130	- 230

TABLEAU I. Dilatations moyennes  $\varepsilon'$ , en millièmes, libérées par le forage de trous, pour un réservoir soudé à l'arc électrique.

Pour  $\alpha = 45^\circ$  et  $d = 16$  mm, on a :

Extensomètre A :

$$r_1 = 3,5 \quad K_1 = - 3,46 \quad K_2 = - 0,308$$

Extensomètre B :

$$r_1 = 4 \quad K_1 = - 3,8 \quad K_2 = - 0,52$$

Extensomètre C :

$$r_1 = 3 \quad K_1 = - 3,34 \quad K_2 = - 0,033$$

En tenant compte de ces valeurs on trouve par les formules (1) les dilatations initiales dans les directions des extensomètres. Ces valeurs sont données par le tableau II.

	A	B	C
Extensomètre 1	865	1 471	782
Extensomètre 2	- 172	- 155	597
Extensomètre 3	467	636	782

TABLEAU II. Dilatations initiales  $\varepsilon$ , en millièmes, dans les directions des extensomètres, pour un réservoir soudé à l'arc électrique.

La figure 348 permet de déterminer, par le cercle de Mohr, la grandeur et la direction des dilatations principales  $\varepsilon_1$  et  $\varepsilon_{11}$ . On en déduit les valeurs données au tableau III.

Dans ce tableau  $\alpha$  représente l'angle compris entre la direction principale  $\varepsilon_1$  et le cordon de soudure I.

Connaissant  $\varepsilon_1$  et  $\varepsilon_{11}$  on calcule les tensions principales par les formules

$$\sigma_1 = \frac{E}{1 - \nu^2} (\varepsilon_1 + \nu \varepsilon_{11})$$

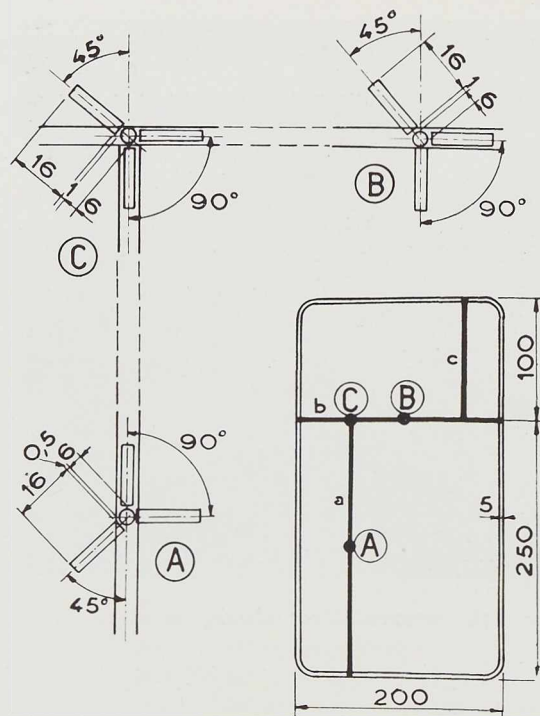


Fig. 346. Emplacement et détail des extensomètres sur un réservoir soudé.

$$\sigma_{11} = \frac{E}{1 - \nu^2} (\varepsilon_{11} + \nu \varepsilon_1)$$

ce qui donne pour le point A ( $\nu = 0,3$ ;  $E = 20.000$  kg/mm<sup>2</sup>)

$$\sigma_1 = 18,2 \text{ kg/mm}^2$$

$$\sigma_{11} = 1,9 \text{ kg/mm}^2$$

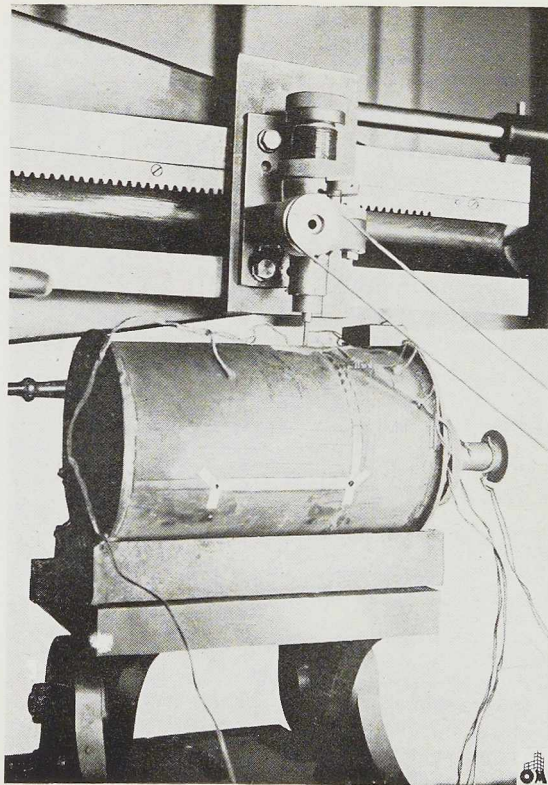
La direction de  $\sigma_1$  forme un angle de  $6^\circ$  avec la direction du cordon de soudure.

	A	B	C
$\varepsilon_1$	880	1 472	825
$\varepsilon_{11}$	- 179	- 155	560
$\alpha^\circ$	$6^\circ$	$0^\circ$	$22^\circ$

TABLEAU III. Valeur et direction des dilatations principales  $\varepsilon$  et  $\varepsilon_1$ , en millièmes, pour un réservoir soudé à l'arc électrique.







**Fig. 347.** Forage du trou au point B du réservoir soudé à l'arc; sur le cordon longitudinal, on distingue notamment les extensomètres et les trous forés aux points A et C. (Voir fig. 346.)

De la même façon on trouve pour le point B

$$\sigma_I = 31 \text{ kg/mm}^2$$

$$\sigma_{II} = 4,3 \text{ kg/mm}^2$$

la direction de  $\sigma_I$  coïncide avec la direction du cordon de soudure.

En C on trouve

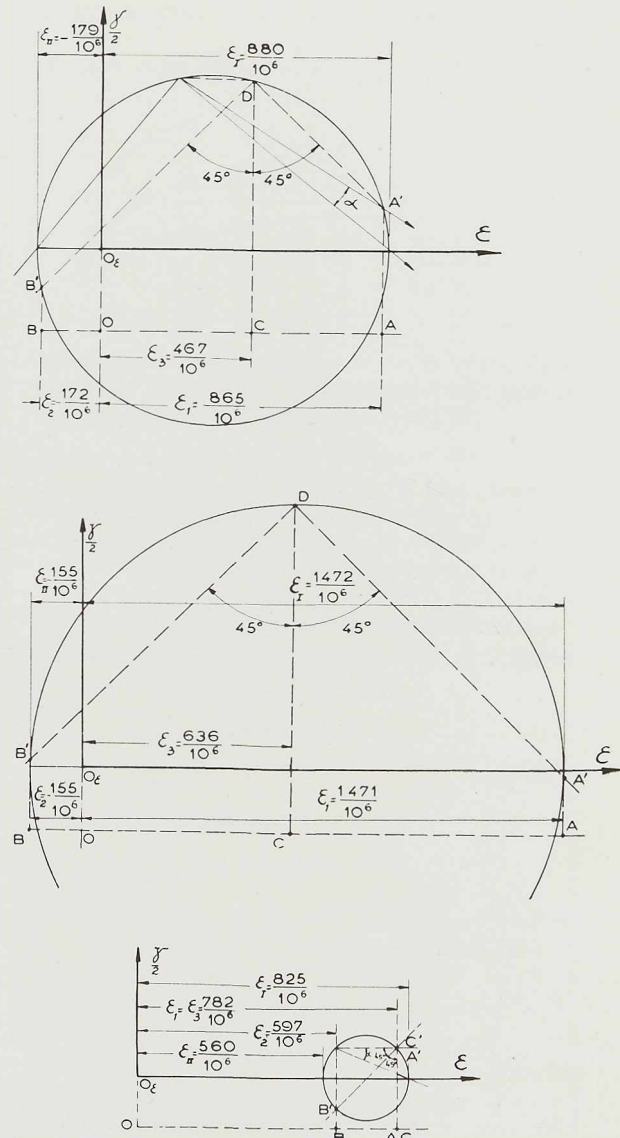
$$\sigma_I = 21,8 \text{ kg/mm}^2$$

$$\sigma_{II} = 17,7 \text{ kg/mm}^2$$

La direction de  $\sigma_I$  forme un angle de  $22^\circ$  avec la direction du cordon de soudure I.

b) *Réservoir soudé au chalumeau oxy-acétylénique*

Comme pour le réservoir soudé à l'arc, les ten-



**Fig. 348.** Cercles de Mohr des états de déformation mesurés aux points A, B, C du réservoir soudé à l'arc.

sions résiduelles furent mesurées aux point A, B et C, par des extensomètres fixés dans les mêmes positions que dans le cas du réservoir soudé à l'arc électrique (fig. 346).

Un extensomètre au point A fut détérioré pendant les mesures, nous ne donnons en consé-



quence que les résultats obtenus aux points B et C.

Les résultats des mesures sont donnés dans le tableau IV.

	B	C
Extensomètre 1	- 930	- 140
Extensomètre 2	- 48	- 145
Extensomètre 3	- 75	- 90

TABLEAU IV. Dilatations moyennes  $\varepsilon'$ , en millièmes, libérées par le forage de trous, pour un réservoir soudé au chalumeau.

En calculant  $K_1$  et  $K_2$  au moyen des formules (2) et des indications de la figure 346 on trouve  $K_1 = - 3,46$  et  $K_2 = - 0,308$ . Par les formules (1) et le cercle de Mohr on trouve les valeurs du tableau V.

Les formules (3) donnent finalement pour les valeurs des tensions principales, au point B :

$$\sigma_I = 22,6 \text{ kg/mm}^2$$

$$\sigma_{II} = 11,5 \text{ kg/mm}^2$$

et au point C :

$$\sigma_I = 19,6 \text{ kg/mm}^2$$

$$\sigma_{II} = 13,5 \text{ kg/mm}^2$$

Point	Dilatations initiales dans les directions de mesure			Dilatations principales		$\alpha$
	$\varepsilon_1 \times 10^6$	$\varepsilon_2 \times 10^6$	$\varepsilon_3 \times 10^6$	$\varepsilon_I \times 10^6$	$\varepsilon_{II} \times 10^6$	
B	878	249	343	955	245	19°
C	573	584	384	775	384	45°

TABLEAU V. Dilatations initiales  $\varepsilon$  et principales  $\varepsilon_I$  et  $\varepsilon_{II}$ , en millièmes, pour un réservoir soudé au chalumeau.

### 3. Conclusions

Le tableau VI résume les résultats trouvés. De ces résultats il semble pouvoir conclure :

	Soudure à l'arc kg/mm <sup>2</sup>	Soudure au chalumeau kg/mm <sup>2</sup>
<i>Point A</i>		
Sens longitudinal	18,2	»
Sens transversal	1,9	»
<i>Point B</i>		
Sens longitudinal	31	22,6
Sens transversal	4,3	11,5
<i>Point C</i>		
Direction 1 (fig. 346)	21,8	19,6
Direction 2	17,7	13,5

TABLEAU VI. Comparaison des tensions principales aux points A, B et C pour les deux types de soudure réalisés.

1° Que dans un cordon simple (point B) la soudure au chalumeau a tendance à égaliser les tensions principales en réduisant la tension longitudinale et en augmentant la tension transversale par rapport à ces mêmes valeurs dans la soudure à l'arc; ceci semble logique, la soudure au chalumeau créant inévitablement une zone de chauffage dont les lignes isothermiques se rapprochent plus de la forme circulaire que dans le cas de la soudure à l'arc. Dans ce dernier procédé la vitesse d'avancement est plus grande, ce qui a pour effet de réduire la largeur de la surface de chauffe;

2° Que les deux procédés engendrent à l'intersection de deux cordons de soudure (point C), des tensions du même ordre de grandeur, avec toutefois pour la soudure au chalumeau des valeurs légèrement plus petites.

Les deux tensions principales diffèrent relativement peu des valeurs trouvées dans les cordons, mais les directions principales ne coïncident plus avec la direction des cordons;

3° Dans les deux procédés on constate que le premier cordon (a et c de la fig. 346) a subi un recuit de détente par le dépôt de l'autre cordon (b de la fig. 346); les tensions dans le premier cordon (respectivement 17,7 et 13,5 kg/mm<sup>2</sup> pour l'arc et le chalumeau) sont en effet plus petites que celles mesurées dans le dernier cordon (res-





pectivement 21,8 et 19,6 kg/mm<sup>2</sup> pour l'arc et le chalumeau).

## II. La détermination des tensions résiduelles en profondeur

### 1. Généralités

Si pour un état de tension homogène en profondeur on mesure les dilatations de relaxation, dans trois directions radiales,  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$  en fonction de la profondeur  $z$ , on obtient des courbes dont l'aspect général est donné à la figure 349.

Si on désigne par  $\varepsilon'_\alpha$ , la dilatation libérée dans la direction  $\alpha$  par forage, et par  $\varepsilon'_{z\alpha}$  la dilatation libérée dans cette même direction par fraisage d'une cavité cylindrique de profondeur  $z < d$ , on peut écrire pour les trois directions  $\alpha_1, \alpha_2$  et  $\alpha_3$ :

$$\varepsilon'_{z\alpha_1} = K'_{\alpha_1} \varepsilon'_{\alpha_1}; \quad \varepsilon'_{z\alpha_2} = K'_{\alpha_2} \varepsilon'_{\alpha_2}; \quad \varepsilon'_{z\alpha_3} = K'_{\alpha_3} \varepsilon'_{\alpha_3}$$

Or l'expérience permet d'écrire que :

$$K'_{\alpha_1} = K'_{\alpha_2} = K'_{\alpha_3} = f(z)$$

il en résulte donc que :

$$\varepsilon'_z = f(z) \varepsilon'$$

Si l'état de tension est hétérogène en profondeur on peut encore employer la formule mais sous sa forme différentielle

$$\frac{d\varepsilon'_z}{dz} = f'(z) \varepsilon' \quad \text{ou} \quad \varepsilon' = \frac{d\varepsilon'_z}{dz} \cdot \frac{1}{f'(z)} \quad (5)$$

Dans cette formule  $\frac{d\varepsilon'_z}{dz}$  est la tangente à la courbe expérimentale  $\varepsilon'_z$  au point  $z$ , et  $f'(z)$  est la dérivée de la fonction  $f(z)$  au point  $z$ .

Connaissant  $\frac{d\varepsilon'_z}{dz}$  et  $f'(z)$  on peut donc calculer  $\varepsilon'$ , c'est-à-dire la valeur de la dilatation de relaxation pour un état de tension homogène en profondeur et dont les valeurs de tension principales seraient égales aux valeurs des tensions principales au point  $z$  (fig. 350).

La fonction  $f(z)$  et sa dérivée  $f'(z)$  ont été déterminées expérimentalement pour une épaisseur  $d$  plus grande que 11 mm.

Les valeurs de  $f'(z)$  sont données dans le tableau VII pour différentes profondeurs.

Connaissant les valeurs des  $\varepsilon'$  dans trois directions, on peut comme pour l'état de tension homogène en profondeur calculer les tensions principales.

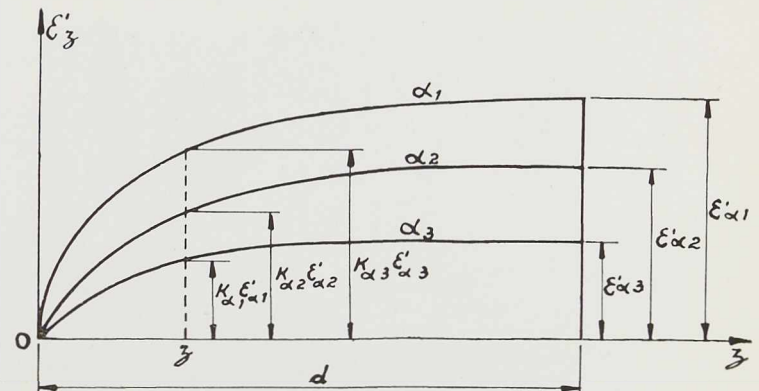


Fig. 349. Variations des dilatations libérées en fonction de la profondeur.

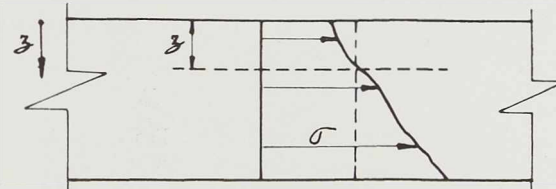


Fig. 350. Variation des tensions en fonction de la profondeur.

Profondeur mm	$f'(z)$
0	0,436
1	0,288
2	0,213
3	0,155
4	0,108

TABLEAU VII. Valeurs de  $f'(z)$ .

### 2. Application

Détermination des tensions résiduelles dans deux cordons de soudure en croix.

#### a) Exécution des soudures

L'éprouvette auscultée était composée de 4 plats de  $200 \times 200 \times 12$  mm assemblés en forme de carré (fig. 351). Les plats (1) et (2) d'une part et les plats (3) et (4) d'autre part chanfreinés en V ont été assemblés par soudure verticale montante. Une contreflèche de 4 mm et une entre-distance de 3 à 3,5 mm ont été données aux pièces avant soudage. Après soudage les pièces assem-



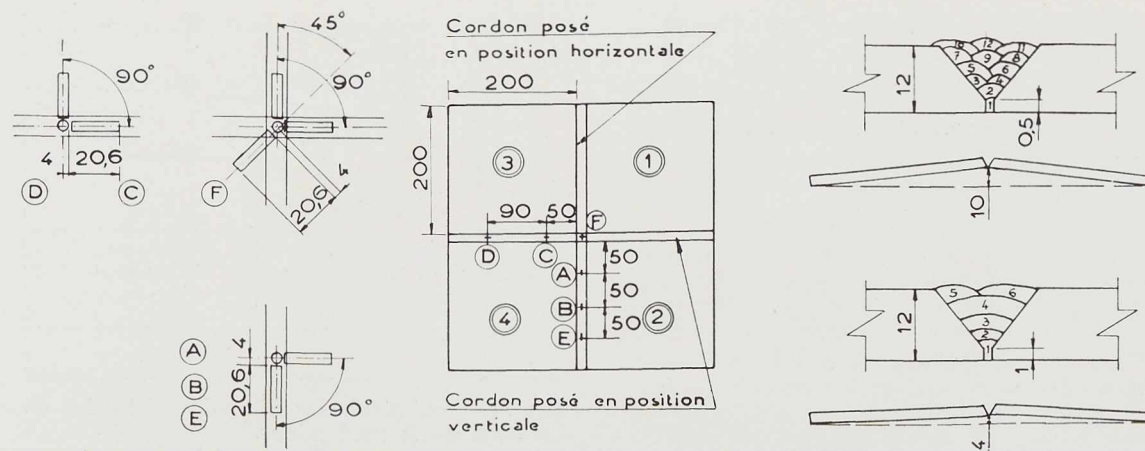


Fig. 351. Emplacement des extensomètres ohmiques sur les cordons de soudure assemblant 4 plats.

blées étaient rigoureusement planes. Les caractéristiques de soudage sont données dans le tableau VIII.

Les deux pièces ainsi obtenues furent assemblées par soudure en position horizontale. La contreflèche était de 10 mm, le remplissage s'est fait par cordons longitudinaux. Les caractéristiques de ces cordons sont données dans le tableau IX.

Après soudure la pièce était parfaitement plane, la soudure n'a jamais été interrompue, la pièce est donc restée chaude pendant toute l'opération. Aucun bridage n'a été utilisé, dans les tensions résiduelles induites il n'y a donc pas des contributions dues aux réactions.

b) Détermination des tensions

Les tensions résiduelles furent mesurées au point d'intersection F des deux cordons de soudure et aux points A, B, C, D et E (fig. 351). Ne

Cordons successifs	Électrode Diamètre en mm	Ampérage A
1	3	90
2	3	100
3	3	100
4	3	95
5	3	100
6	3	100

TABLEAU VIII. Caractéristiques de soudage des plats (1) et (2) et des plats (3) et (4).

Cordons successifs	Électrode Diamètre en mm	Ampérage A
1	3	90
2	4	105
3	4	165
4	4	165
5	4	165
6	4	165
7	4	150
8	4	150
9	4	150
10	4	135
11	4	135
12	4	135

TABLEAU IX. Caractéristiques de soudage des plats (1)-(2) aux plats (3)-(4).

connaissant pas la direction des tensions principales au point d'intersection F, trois extensomètres étaient placés en ce point comme indiqué à la figure 351. Aux points A, B, C et D nous avons supposé que les directions des tensions principales étaient respectivement parallèles et perpendiculaires à la direction du cordon. Dans ce cas la mesure peut se faire avec deux extensomètres placés dans ces directions.

Les formules (2) permettent de calculer les constantes  $K_1$  et  $K_2$ ; on trouve pour ces grandeurs :

$$K_1 = -2,27 \text{ et } K_2 = -0,448.$$





Les diagrammes de la figure 116 donnent les résultats des mesures.

Partant de ces données et en tenant compte des valeurs de la fonction  $f'(z)$  définie plus haut, il y a moyen de calculer les tensions résiduelles aux points A, B, C, D, E et F à des profondeurs de 0, 1, 2, 3 et 4 mm.

c) Calcul

A titre d'exemple, nous donnons le calcul complet des tensions au point d'intersection F.

Les valeurs de  $\frac{d\varepsilon'_z}{dz}$  se déduisent directement des mesures, les résultats sont résumés dans le tableau X.

$z$	$\alpha = 0^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 90^\circ$
1	-54,4	-18	0
2	-51,2	-32,4	24,4
3	-40	-27,6	13,2
4	-27,6	-24	7,2

TABLEAU X. Valeur de la dérivée  $\varepsilon'_z$ , en millièmes, au point F.

Connaissant  $\frac{d\varepsilon'_z}{dz}$  on peut calculer  $\varepsilon'$  par la formule (5)

$$\varepsilon' = \frac{d}{dz} \varepsilon'_z \cdot f'(z)$$

Les  $\varepsilon'$  étant connus on trouve par les formules (2) et le cercle de Mohr la valeur des dilatations principales et des tensions principales.

d) Résultats

En faisant des calculs analogues pour les points A, B, C, D et E on trouve la grandeur des tensions principales le long des deux cordons de soudure, le tableau XII résume ces résultats.

$z$	$\alpha = 0^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 90^\circ$
1	-189	-62,4	0
2	-240	-155	119
3	-248	-178	85
4	-255,5	-222	66,2

TABLEAU XI. Valeur de  $\varepsilon'$ , en millièmes, au point F, à la profondeur  $z$ .

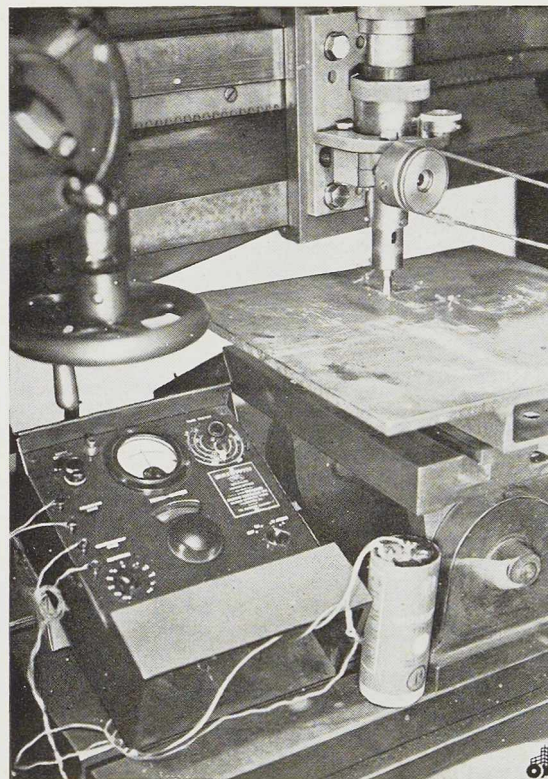


Fig. 352. Forage du trou au point B de la tôle assemblée. A l'avant-plan, on remarque le « Strain indicator » de Baldwin. (Voir aussi fig. 351.)

Pour les points A, B, C, D et E,  $\sigma_1$  est la tension dont la direction coïncide avec la direction du cordon de soudure.

Au point d'intersection F,  $\alpha$  est l'angle formé par la direction de  $\sigma_1$  avec le cordon de soudure posé horizontalement.

L'angle  $\alpha$  est positif dans le sens de rotation des aiguilles d'une montre.

Si l'on calcule les tensions en ne tenant compte que des valeurs des dilatations de relaxation en forant à travers la pièce on trouve les tensions données au tableau XIII.

Les valeurs de  $\sigma_1$  et  $\sigma_{II}$  au point C pour  $z = 4$  mm et au point E pour  $z = 4$  mm semblent anormales. Pour le point E ces valeurs de  $\sigma_1$  et de  $\sigma_{II}$  sont dues à une irrégularité dans la courbe expérimentale pour  $z = 4$  mm (fig. 353). Pour le point C nous remarquons que pour  $z = 3$  mm les tensions résiduelles sont 29 et 6,9 kg/mm<sup>2</sup>, en forant un trou on superpose à cet état de ten-



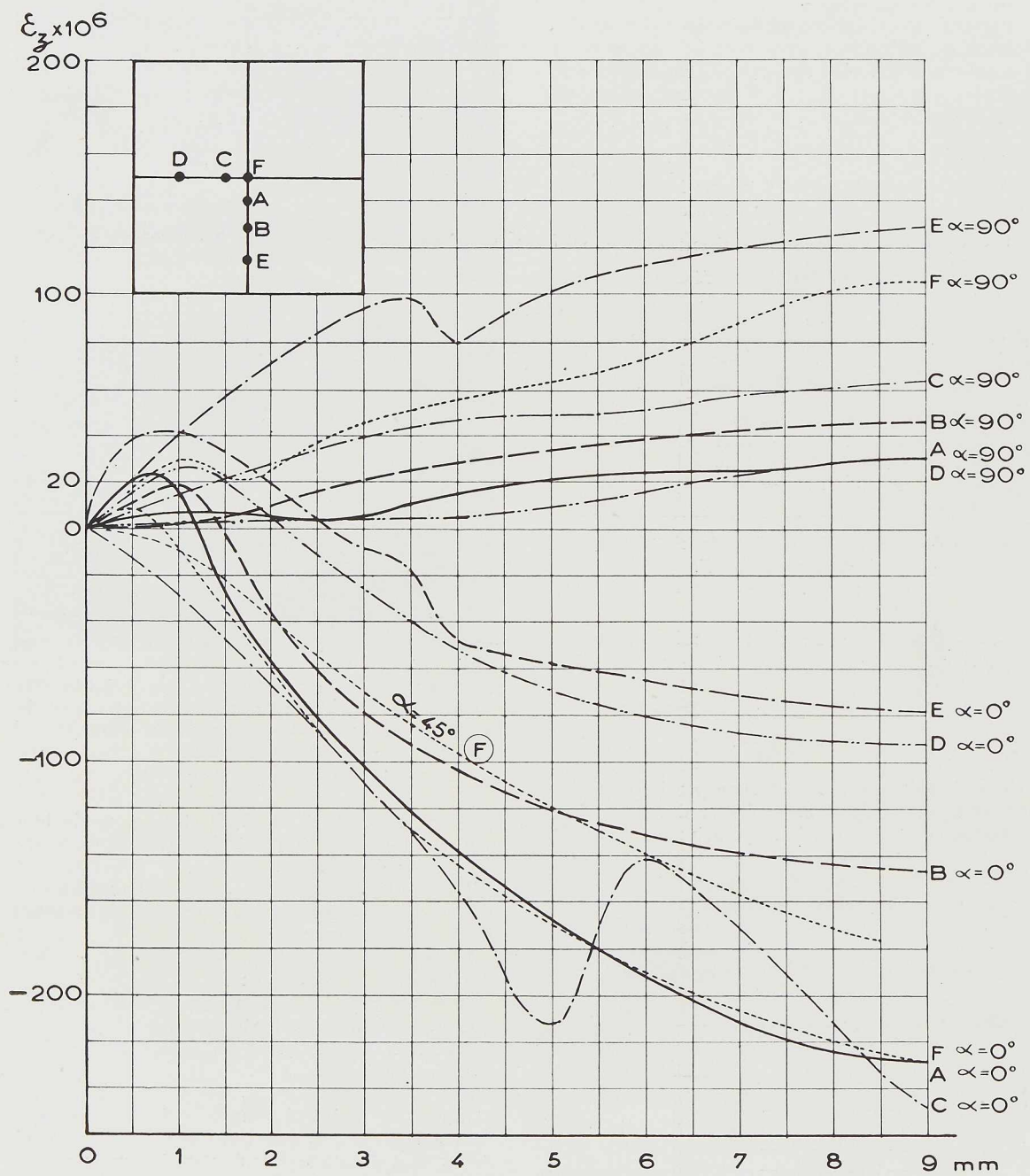


Fig. 353. Résultats des mesures (dilatations libérées aux différents points).





z mm	A		B		C		D		E		F		$\alpha$
	$\sigma_I$	$\sigma_{II}$	$\sigma_I$	$\sigma_{II}$	$\sigma_I$	$\sigma_{II}$	$\sigma_I$	$\sigma_{II}$	$\sigma_I$	$\sigma_{II}$	$\sigma_I$	$\sigma_{II}$	
1	22	9	-0,4	-1	13,9	0,4	-0,14	-0,3	-2,9	-13,5	22,8	8,81	-9°
2	28,5	13	31,8	7,8	19,9	2,3	18,5	7,2	10,6	-8,7	24,2	-4	+14°
3	28	7,6	20,4	3,1	29,0	6,9	21,2	8,8	6,1	-9,4	27,1	0,4	+15°
4	31,6	7,6	18,7	2,7	52,8	17,8	17,1	4,2	28,8	11,7	30,4	1,7	+20°

TABLEAU XII. Valeurs des tensions principales, en  $kg/mm^2$ , aux divers points et à diverses profondeurs.

A		B		C		D		E		F		
$\sigma_I$	$\sigma_{II}$	$\sigma_I$	$\sigma_{II}$	$\sigma_I$	$\sigma_{II}$	$\sigma_I$	$\sigma_{II}$	$\sigma_I$	$\sigma_{II}$	$\sigma_I$	$\sigma_{II}$	$\alpha$
25,4	7,4	15,3	1,2	28,3	5	9,53	0,6	2,9	-11,6	24,1	-6,3	17°

TABLEAU XIII. Valeurs des tensions principales, en  $kg/mm^2$ , obtenues des dilatations de relaxation après forage à travers la pièce.

sion une pointe qui a dû causer des déformations plastiques.

Des essais faits par les auteurs sur de l'acier doux ordinaire il résulte que la pointe de tension créée par le forage du trou ( $a = 3$  mm), fait apparaître des déformations plastiques quand la tension résiduelle atteint des valeurs de l'ordre de grandeur de 85 à 90 % de la limite élastique du métal. Le métal déposé ayant une limite élastique de 33 à 34  $kg/mm^2$  on pouvait donc s'attendre à des déformations plastiques pour des tensions résiduelles de l'ordre de 29  $kg/mm^2$  ce qui était le cas pour le point C à la profondeur de 3 mm.

### 3. Conclusions

a) A certains endroits (B, D, E), on a mesuré des tensions de compression à la surface. Il est évident que l'état de tension à la surface dépend du traitement que celle-ci a subi. Or pour fixer les extensomètres il est indispensable de planer l'endroit où on effectuera la mesure, ce traitement introduit inévitablement des tensions résiduelles superficielles. Il reste à contrôler si les tensions de compression à la surface sont dues au retrait ou à l'usinage. Des mesures faites aux U. S. A. sont en concordance avec nos résultats (1);

b) On constate que les tensions résiduelles augmentent en profondeur. Dans certains cas le gradient de tension est très important (de l'ordre de 30  $kg/mm^2$  par mm), l'existence de cette concentration de tension doit modifier profondément le comportement de l'assemblage. Il est intéressant de noter que dans le cordon de soudure le gradient transversal diminue en s'éloignant du cordon, alors que le gradient en profondeur augmente dans le métal. Dans le sens longitudinal la variation de la tension est faible dans la partie centrale du cordon. La tension change de signe aux extrémités du cordon.

Ceci permet de se rendre compte de la complexité de la distribution des tensions dans un cordon de soudure;

c) Au point d'intersection F des deux cordons, les tensions sont du même ordre de grandeur que dans les cordons simples; toutefois la direction des tensions principales est décalée vis-à-vis de la direction des cordons;

d) On ne constate pas de différence dans l'ordre de grandeur des tensions principales du cordon soudé à plat et de celui soudé en position verticale.

W. S., R. V. et Ch. D. W.

(1) J. L. MERIAM, F. JONASSEN, E. P. DE GARMO, *Welding Journal*, décembre 1946.





# CHRONIQUE

## Le marché de l'acier pendant le mois de mars 1948

		Production acier lingot en tonnes		
		Belgique	Luxembourg	Total
<b>Mars</b>	<b>1948</b>	<b>318 865</b>	<b>194 603</b>	<b>513 468</b>
Février	1948	284 528	170 369	454 897
<b>Janv.-mars</b>	<b>1948</b>	<b>909 241</b>	<b>531 313</b>	<b>1 440 554</b>
Janv.-mars	1947	647 681	320 871	968 552

La production d'acier belgo-luxembourgeois a dépassé le palier de 500.000 tonnes, qui n'avait plus été atteint depuis 1937. A l'heure actuelle, 43 hauts fourneaux sont à feu en Belgique et 21 au Grand-Duché. L'approvisionnement en ma-

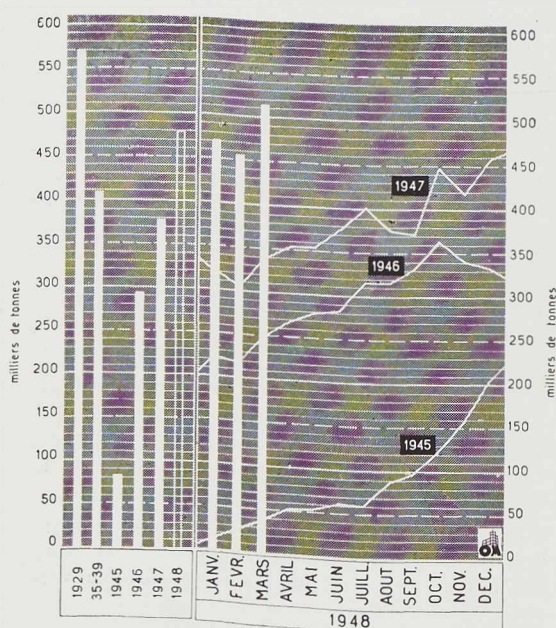


Fig. 354. Production mensuelle des aciéries belges et luxembourgeoises.

lières premières et notamment en charbon est enfin assuré et on peut escompter une certaine avance encore pour les prochains mois. Une progression générale de 10 % sur la cadence actuelle amènerait la production au niveau des meilleures années 1927 à 1929.

Les fours électriques de la Providence, construits en 1940, mis en service récemment pour la première fois, assurent une production de 100 tonnes d'acier par jour.

Suivant les résolutions prises au début du mois, un gros effort sera fait pour augmenter les fournitures de fonte de moulage.

En mitrailles, la baisse a atteint 200 francs à la tonne; la tendance reste à la baisse.

La production minière est en nette progression au Luxembourg. Un accord a été conclu avec la bizonne d'Allemagne pour la fourniture de 400.000 tonnes de minerais luxembourgeois payables en dollars.

### Marché intérieur

Dans le secteur des aciers marchands et des profilés, le rythme des enregistrements de commandes et des livraisons est normal, les délais de livraison ont tendance à raccourcir; en ce qui concerne les tôles fines, les délais de livraison sont encore assez longs; en tôles fortes et en larges plats, la situation reste difficile.

Les carnets de commandes sont suffisamment garnis, mais des difficultés de trésorerie des grandes administrations pourraient mettre en question la continuation de certains travaux publics, ce qui pourrait avoir une certaine influence sur la consommation des produits d'acier.

En boulonnerie, on travaille à plein rendement, grâce il est vrai, à de fortes commandes de l'étranger.

Les expéditions des constructeurs sont restées élevées pendant le mois de février tout en marquant un net fléchissement, probablement en raison du nombre réduit de jours ouvrables; elles s'élèvent à un total de 136.967 tonnes, comprenant notamment :





23 453 tonnes de produits de la tôle;  
16 017 tonnes de matériel de chemin de fer et  
de tramways;  
9 336 tonnes d'accessoires du bâtiment;  
6 839 tonnes de ponts et charpentes.

#### Marché extérieur

L'accord économique avec l'Angleterre est enfin paraphé. D'après cet accord, les paiements de l'Angleterre, des Dominions et des colonies s'effectueront en livres convertibles jusqu'à concurrence d'un plafond déterminé. Aussitôt, certaines commandes tenues en suspens à cause des difficultés de paiement, ont pu être confirmées. Un statut spécial est prévu pour les affaires égyptiennes; par contre, l'acceptation de sterlings des pays en dehors du bloc sterling sera sérieusement réduite, ce qui aura une répercussion sur le volume de nos exportations.

D'autre part, les négociations avec le Portugal ont abouti favorablement.

Sur les marchés libres, la situation qui, pour des raisons de devises, avait marqué un ralentissement pendant les deux premiers mois de l'année, s'est améliorée et des commandes ont été notées, en provenance notamment de l'Égypte, de la Turquie et de l'Amérique du Sud.

Ce sont toujours les délais favorables qui facilitent la réalisation des affaires à l'exportation de nos usines. En effet, bien que partout dans le monde la production soit poussée à la limite des possibilités, les tonnages immédiatement disponibles sont toujours insuffisants.

Les États-Unis qui produisent à la cadence de 82 millions de tonnes métriques, viennent d'abandonner le critère des prix pour l'octroi des licences d'exportation. En Angleterre, les tôles viennent de subir une diminution de prix de 1 livre à la tonne, à la suite de la rationalisation des installations.

En constructions métalliques, les exportations de février se sont élevées à 879 millions de francs contre 922 millions en janvier et 1.067 millions en décembre. On note des demandes de wagons pour les chemins de fer congolais et argentins.

#### Lancement du paquebot « Elisabethville »

La Société John Cockerill vient de lancer à son chantier naval de Hoboken le paquebot « Elisabethville ». Ce paquebot mixte à moteur, de 9 460 tonnes de port en lourd, est le troisième navire d'une série de trois navires semblables (fig. 355).

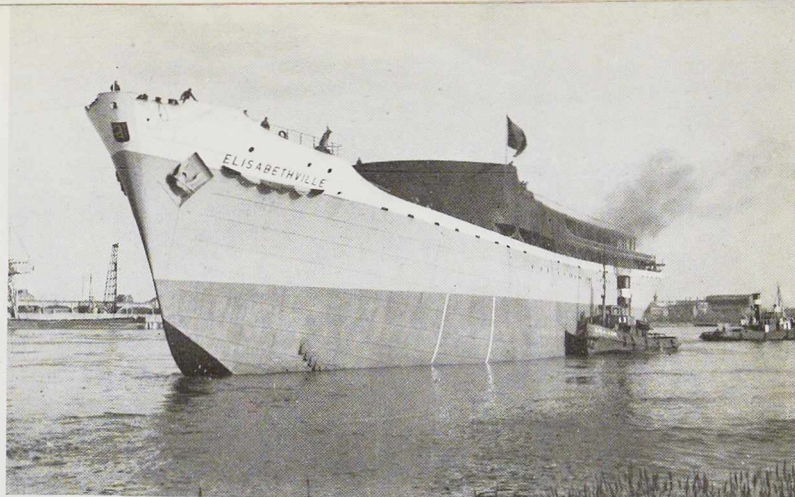


Fig. 355. Vue du paquebot « Elisabethville », prise en cours de lancement à Hoboken.

Le navire aura les caractéristiques suivantes :

Longueur totale 153<sup>m</sup>66; longueur entre perpendiculaires 142<sup>m</sup>50; largeur hors membres 19<sup>m</sup>60; tirant d'eau moyen en charge 8<sup>m</sup>357; capacité des cales à marchandises 14 940 m<sup>3</sup>. Il y aura deux ponts continus et un double fond sur toute la longueur, une étrave inclinée et un arrière de croiseur.

Le navire sera aménagé pour 139 passagers et 40 enfants, ainsi que pour 137 officiers et hommes d'équipage. Il sera pourvu de trois cales en avant et trois cales à l'arrière du compartiment des machines. Le paquebot « Elisabethville » sera propulsé par un moteur Burmeister & Wain-Cockerill, développant 9 250 CV, à 115 tours par minute.

#### Congrès International des Fabrications Métalliques

Les organismes professionnels de la construction mécanique d'Angleterre, de France, de Hollande, de Suède, de Suisse et de Belgique organiseront à Paris en septembre 1948, un Congrès international des fabrications mécaniques.

Ce congrès s'inspire d'une formule nouvelle, celle d'un congrès industriel où à côté des problèmes purement scientifiques les problèmes industriels seront largement abordés.

Les travaux du congrès porteront sur deux sortes de préoccupations : d'une part, le congrès rassemblera les informations les plus récentes sur les méthodes techniques nouvelles qui permettent de travailler le métal; d'autre part, il cherchera à établir quels enseignements d'ordre général l'évolution des techniques de fabrications a conduit à dégager.





**Fig. 356.** Hall de la Société Murex Welding Processes Ltd., à Waltham Cross (Angleterre) : exemple de toiture à versants portants réalisée en 1939.

### Toitures à versants portants

Nous avons publié dans le n° 3-mars 1948 de *L'Ossature Métallique*, une description d'importantes constructions réalisées à Gand, avec des toitures à versants portants conçues par MM. Robert et Musette.

On nous fait remarquer que ce système de constructions a été réalisé avec succès depuis plusieurs années à l'initiative de la Société Murex Welding Processes Ltd de Waltham Cross (Angleterre).

Plusieurs réalisations en Grande-Bretagne et en Irlande, faites par la Société Murex Welding, en soulignent les nombreux avantages (voir *L'Ossature Métallique*, n° 2-février 1940, pp. 53-59). La figure 356 montre l'intérêt de cette réalisation où, grâce à la construction de poutres situées dans le plan de la toiture et du vitrage, ayant des membrures communes, on a pu pratiquement supprimer les poteaux intérieurs.

La construction de Waltham Cross montre l'élégance avec laquelle les services de la société anglaise ont étudié et perfectionné ce système de constructions.

### Concours international pour une nouvelle voie de communication à Stockholm

Le Service du plan d'extension de la ville de Stockholm a institué un concours international en vue de créer une nouvelle voie de grande communication entre les quartiers du Sud (Södermalm) et les quartiers de l'Est (Östermalm).

Les caractéristiques principales de la voie projetée sont les suivantes : un premier tronçon réunira la zone située à l'Est de Södermalm à celui de Södra Djurgården, il comportera soit un pont à grande hauteur au-dessus de Saltsjön, soit un tunnel sous ce bras de mer; un second tronçon prolongera le premier dans le Södra Djurgården et Östermalm-Norra Djurgården et comportera un pont ou un tunnel traversant l'anse de Djurgårdsbrunn.

Le concours, qui est ouvert aux spécialistes de tous les pays, est doté d'une somme de 60 000 couronnes suédoises de prix (environ 735 000 francs belges). Le premier prix est de 20 000 couronnes suédoises. Le concours sera clôturé le 1<sup>er</sup> avril 1949.

### Conférence sur la photo-élasticité et ses applications aux palplanches

M. le professeur L. Baes, de l'Université de Bruxelles, a fait le 24 avril, dans la salle des conférences des ARBED à Luxembourg, sous les auspices des Associations luxembourgeoises des « Ingénieurs et Industriels », des « Ingénieurs diplômés », et l'Ordre des Architectes, un important exposé sous le titre général *Science et Technique*. Comprenant deux exposés :

*Rappel des principes de la photo-élasticité*  
*Application à la mise au point du nouveau type de palplanches plates « Belval P »*,

la séance a comporté des démonstrations.

Rappelons que le professeur L. Baes a publié, dans le n° 2, février 1948 de *L'Ossature Métallique*, une importante étude sur cette question.





# Bibliothèque

Nouvelles entrées (1)

## Construction des ponts (2<sup>e</sup> édition)

par R. VALLETTE.

Un ouvrage de 137 pages, format 13 × 21 cm, illustré de 80 figures. Edité par Dunod, Paris 1947. Prix : 340 francs français.

Malgré son volume réduit, l'auteur a réussi à mettre dans cet ouvrage l'essentiel de nos connaissances sur l'évolution, l'étude, l'art et la science, l'exécution et les épreuves des ponts.

Chef de la division des ouvrages d'art de la S. N. C. F., M. Vallette possède une grande expérience en matière de construction de ces ouvrages. Aussi sa synthèse des problèmes qui se posent au bâtisseur des ponts est en tous points remarquable. L'auteur montre d'abord par une rapide revue de la masse des ponts de toute nature, anciens et récents, l'ampleur considérable de ces ouvrages, il dégage ensuite les caractéristiques des ponts actuels et indique les bases architecturales et techniques de l'art du pont.

La science du pont est traitée d'après les documents récents.

Pour permettre au lecteur d'approfondir certains sujets traités dans l'ouvrage, une bibliographie sélectionnée par l'auteur se trouve en fin du livre.

L'excellent ouvrage de M. Vallette est préfacé par M. Grelot, directeur de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

## Steel Construction. (La construction en acier)

Un ouvrage relié de 431 pages, format 16 × 23 cm, édité par l'American Institute of Steel Construction, New-York, 5<sup>e</sup> édition, 1947. Prix : 2 dollars.

La quatrième édition de l'aide-mémoire *Steel Construction* a été analysée dans *L'Ossature Métallique*, n° 9/10-1945, p. 200.

Les principales modifications apportées à la nouvelle édition résident dans les tableaux des profilés, révisés pour se conformer aux recommandations du National Bureau of Standard publiés en février 1946.

(1) Tous les ouvrages analysés sous cette rubrique peuvent être consultés en notre salle de lecture, 14, rue Van Orley, à Bruxelles, ouverte de 8 h 30 à 17 heures tous les jours ouvrables (les samedis de 8 h 30 à 12 heures).

La partie réservée aux spécifications a également subi des changements importants notamment en ce qui concerne la spécification relative au calcul, à l'exécution et au montage des aciers de construction pour bâtiments (constructions boulonnées, rivées et soudées) et le code de bonne pratique pour l'exécution des bâtiments et ponts métalliques. Ces deux documents ont été révisés l'un en 1946 et l'autre en 1945.

Comme précédemment le volume est divisé en cinq parties, à savoir :

- 1<sup>re</sup> partie — Caractéristiques des profilés.
- 2<sup>e</sup> partie — Moyens d'assemblage.
- 3<sup>e</sup> partie — Sollicitations admissibles d'après les prescriptions de l'A.I.S.C.
- 4<sup>e</sup> partie — Prescriptions et codes standard.
- 5<sup>e</sup> partie — Renseignements généraux.

## Symposium on metallurgy of steel welding. (Congrès sur la métallurgie de la soudure des aciers)

Un ouvrage relié de 104 pages, format 22 × 28 cm, illustré de nombreuses figures. Edité par la British Welding Research Association, Londres 1947. Prix : 10 shillings (envoyé par le British Council).

Cet ouvrage contient les mémoires présentés au Congrès sur la métallurgie des soudures qui s'est tenu à Londres en 1947. Les travaux du Congrès ont été divisés en quatre sections, dont deux concernaient le métal d'apport, les deux autres ayant trait respectivement aux fissures de la zone durcie ainsi qu'à la viscosité des scories et aux recherches expérimentales (notamment aux essais de soudabilité).

Parmi les études sur le métal d'apport, signalons notamment les suivantes : Constitution du métal d'apport — Examen analytique des dépôts de soudure au moyen d'électrodes commerciales en acier doux — Commentaires sur le rôle d'hydrogène dans les fissures des aciers alliés soudés — Relation entre la teneur en oxygène et la teneur en hydrogène du métal — Influence du soufre et du phosphore sur la soudabilité de l'acier doux.

L'exposé des mémoires présentés aux sessions du Congrès ayant été suivi de discussions, celles-ci figurent également dans le présent ouvrage.





# Bibliographie

## Résumé d'articles relatifs aux applications de l'acier <sup>(1)</sup>

### 30.5. - Pylônes pour la ligne électrique franchissant le Déroit de Messine

*Ingegneria Ferroviaria*, février 1948, pp. 89 à 100, 15 fig.

La traversée du Déroit de Messine par une ligne de transport d'énergie à haute tension a donné lieu à divers projets depuis qu'il est reconnu que les ressources en énergie de la Sicile sont insuffisantes pour l'équipement de l'île. Le professeur Giulio Krall a étudié des pylônes métalliques de 200 mètres pouvant supporter une ligne trifilaire dont les points bas laisseront une hauteur libre de 70 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Ces pylônes prismatiques seraient de construction triangulée et composés de tubes verticaux de béton, solidarisés par des traverses horizontales et diagonales constituées elles-mêmes par

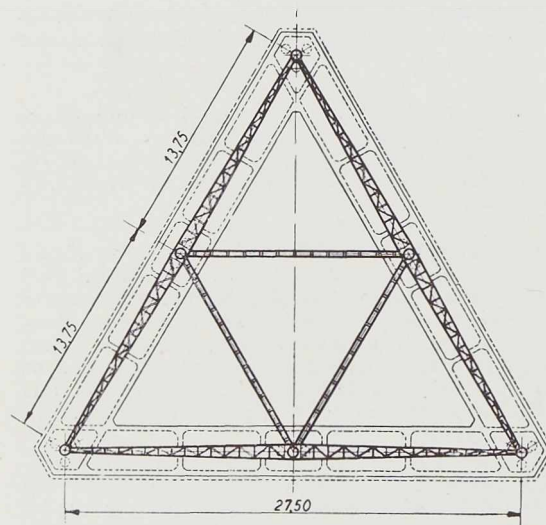


Fig. 357. Section transversale du projet de pylône entre les cotes 0.00 et 83.50.

<sup>(1)</sup> Les listes des périodiques reçus par notre Association ont été publiées dans les numéros 1/2-1946 et 2-1947 de *L'Ossature Métallique*. Ces périodiques peuvent être consultés en la salle de lecture du Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier, 14, rue Van Orley, à Bruxelles, ouverte de 8 h 30 à 17 heures tous les jours ouvrables (les samedis de 8 h 30 à 12 heures).

Les numéros d'indexation indiqués correspondent au système de classification, dont le tableau a été publié dans *L'Ossature Métallique*, n° 7/8-1946, p. 199.

de petites poutres triangulées. De la cote 0.00 à la cote 83,50, la section horizontale du pylône serait un triangle équilatéral de 27<sup>m</sup>50 de côté, aux sommets et aux milieux des côtés duquel viennent se placer les tubes verticaux. Au-dessus de la cote 83,50, la section horizontale du pylône est réduite au triangle équilatéral, dont les sommets sont au milieu des côtés du triangle de 27<sup>m</sup>50 (fig. 357).

Au sommet, le pylône supporte une tête en double potence constituée par une poutre triangulée de 50 mètres soutenue en son milieu : les trois fils de ligne seront ainsi maintenus à distance telle que le vent ne pourra pas les mettre en contact.

Les fondations sur caissons ont été étudiées spécialement en raison de la nature volcanique de la contrée et les masses de la charpente ont été calculées pour que leur fréquence de vibration propre soit éloignée des fréquences sismiques reconnues comme dangereuses.

### 54.16. - Dérouillage par action électrolytique

*The Overseas Engineer*, novembre 1947, pp. 112-113, 2 fig.

On a mis au point un procédé de décapage de la rouille en immergeant les pièces à traiter dans un bain alcalin, et en y laissant passer un courant à basse tension, comme dans le procédé de la galvanisation. Cependant, lors de l'enlèvement de la rouille, le courant électrolytique a un effet contraire et au lieu de créer un dépôt sur la pièce à traiter, le but est de libérer tout dépôt parasite de surface.

Le procédé a l'avantage de ne pas attaquer la partie saine du métal et d'éviter de devoir démonter les machines à nettoyer. Ce dernier point dispense de recourir aux spécialistes toujours difficiles à trouver et parfois très coûteux. Comme exemple de pièces traitées, citons les machines à calculer, qui, trempées dans un bain relativement petit, ont économisé plusieurs heures de démontage et de remontage. Après le traitement électrolytique, il était difficile de distinguer l'ancienne machine d'une nouvelle. La dimension de l'objet à traiter ne dépend que de la grandeur du bain électrolytique. Comme autre exemple de pièce remise à neuf, citons un surchauffeur de locomotive qui, après quelques heures de passage à travers le récipient électrolytique, perdit toute trace de rouille. Le procédé est applicable à tous les métaux et alliages, excepté à l'aluminium. Il faut naturellement enlever, au préalable, toutes les taches de cellulose ou de peinture.





**Ozalid**  
Marque déposée

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

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

Exigez-le de votre reproducteur.

Fabricants exclusifs en Belgique :

**G. M. C.**

**La Générale des Matières Colorantes**  
Produits chimiques et pharmaceutiques, Société Coopérative  
66, avenue du Port, BRUXELLES

*L'équipement  
électrique de la scène du  
Théâtre de Louvain*

décrit dans ce numéro,  
a été réalisé par les

**ETABLISSEMENTS  
Adrien DE BACKER, S. A.**  
54-56 rue Fernand Séverin, BRUXELLES

Editions du Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier :

Catalogue des Profilés laminés par les usines belges et luxembourgeoises . . . . .	Frs 100,-
Abaques et Tableaux pour le calcul rapide des constructions métalliques, par H. M. SCHNADT . . . . .	en réédition
Tableaux pour le calcul rapide des poutres à âme pleine, par O. HOUBRECHTS . . . . .	Frs 150,-
Abaque Général de Flambage, par H. M. SCHNADT . . . . .	Frs 40,-
Album de Macrographies pour la réception des tôles et larges plats en acier calmé, par la Commission Mixte des Aciers . . . . .	Frs 40,-
Catalogue de la Bibliothèque du C. B. L. I. A. . . . .	Frs 40,-
Essais spéciaux pour les aciers soudables, par la Commission Mixte des Aciers . . . . .	Frs 50,-
Essai de Flexion, par la Commission Mixte des Aciers . . . . .	Frs 10,-
Normes de qualité pour les aciers soudables, par la Commission Mixte des Aciers . . . . .	Frs 30,-
Catalogue des aciers pour constructions mécaniques, par la Commission Mixte des Aciers . . . . .	Frs 60,-





# Architectes,

Visitez la bibliothèque du **Centre belgo-luxembourgeois d'Information de l'Acier**. Vous y trouverez notamment des grandes revues d'architecture françaises, anglaises, américaines, etc. La bibliothèque est ouverte de 9 à 17 heures, le samedi de 9 heures à midi.

## INDEX DES ANNONCEURS

	Pages		Pages
<b>A</b>			
A. C. E. C. . . . .	23		
L'Air Liquide. . . . .	33		
Arcos, « La Soudure Electrique Auto- gène » . . . . .	27		
Ateliers Métallurgiques, Nivelles . . . . .	28		
<b>B</b>			
B. E. I. . . . .	36		
Belradio . . . . .	35		
Bergerat-Dutry . . . . .	36		
Usines Gustave Boël. . . . .	22		
Ateliers de Bouchout et Thirion Réunis . . . . .	20		
S. A. des Boulonneries de Liège et de la Blanchisserie . . . . .	36		
La Brugeoise et Nicaise & Delcuve . . . . .	couv. II		
<b>C</b>			
P. & M. Cassart . . . . .	5		
C. B. L. I. A. . . . .	37		
Chamébel . . . . .	17		
Cockerill . . . . .	11		
Columeta . . . . .	24-25		
<b>D</b>			
Davum . . . . .	15		
A. De Backer, S. A. . . . .	37		
Alexandre Devis & C <sup>ie</sup> . . . . .	18		
Ateliers Dutrannoit . . . . .	34		
<b>E</b>			
Société Métallurgique d'Enghien-Saint- Eloi . . . . .	32		
E. S. A. B. . . . .	2		
<b>F</b>			
Fibrocit . . . . .	31		
<b>G</b>			
G. M. C. . . . .	37		
<b>J</b>			
S. A. Ateliers de Construction <b>Jambes</b> <b>Namur</b> . . . . .	13		
Ateliers de Construction <b>Jemeppe-sur-</b> <b>Meuse</b> . . . . .	14		
<b>Jouret</b> . . . . .	couv. III		
<b>L</b>			
<b>G. &amp; A. Lefèvre</b> . . . . .	35		
<b>Laminoirs de Longtain</b> . . . . .	12		
<b>N</b>			
<b>Nobels-Pelman</b> . . . . .	couv. IV		
<b>O</b>			
<b>Oca</b> . . . . .	26		
<b>L'Oxydrique Internationale</b> . . . . .	10		
<b>S</b>			
<b>Siderur</b> . . . . .	19, 29		
<b>Someba</b> . . . . .	6		
<b>Soudométal</b> . . . . .	21		
<b>T</b>			
S. A. des Hauts Fourneaux & Aciéries de <b>Thy-le-Château et Marcinelle</b> . . . . .	16		
Le <b>Titan Anversois</b> . . . . .	7		
Usines à <b>Tubes de la Meuse</b> . . . . .	8		
<b>U</b>			
<b>Ucométal</b> . . . . .	9		
<b>V</b>			
Ateliers <b>Vanderplanck</b> , S. P. R. L. . . . .	21		
<b>W</b>			
Thos. <b>W. Ward</b> (Belgium), S. A. . . . .	36		
<b>S. Wolf &amp; C<sup>ie</sup></b> . . . . .	34		
Anciens Ets <b>Paul Würth</b> . . . . .	30		