

L'OSSATURE MÉTALLIQUE

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER

éditée par

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

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

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

6^e ANNÉE

N° 9

SEPTEMBRE 1937

S O M M A I R E

	Pages
Les portes de la nouvelle écluse du port de pêche d'Ostende	403
La reconstruction du pont de Chelsea à Londres	409
Les plus beaux ponts métalliques construits aux États-Unis en 1936	412
Le Lincoln Tunnel, nouveau tunnel routier sous l'Hudson à New-York	414
Les soudures et les formes des profils laminés, par St. Bryla	416
Exemple de calcul d'un système hyperstatique plan soumis à la flexion et à la torsion, par A. Vandeghen et E. Dorlet	419
La Tour Eiffel	426
Poutres Vierendeel en porte-à-faux. Application de la méthode de calcul par ouverture des mailles par sectionnement d'une des membrures, par L. Baes	427
L'accident de chemin de fer de Villeneuve-Saint-Georges à 15 kilomètres de Paris	443
CHRONIQUE : Nécrologie. - Le marché de l'acier pendant les mois de juin et juillet 1937. - Le nouveau bâtiment de recherches du Mellon Institute. - La production et les exportations des aciéries américaines. - Les tabliers de ponts en grilles d'acier. - La journée de la flamme, Paris, 16 décembre 1937. - ÉCHOS ET NOUVELLES	444
OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS	448
DOCUMENTATION BIBLIOGRAPHIQUE	452

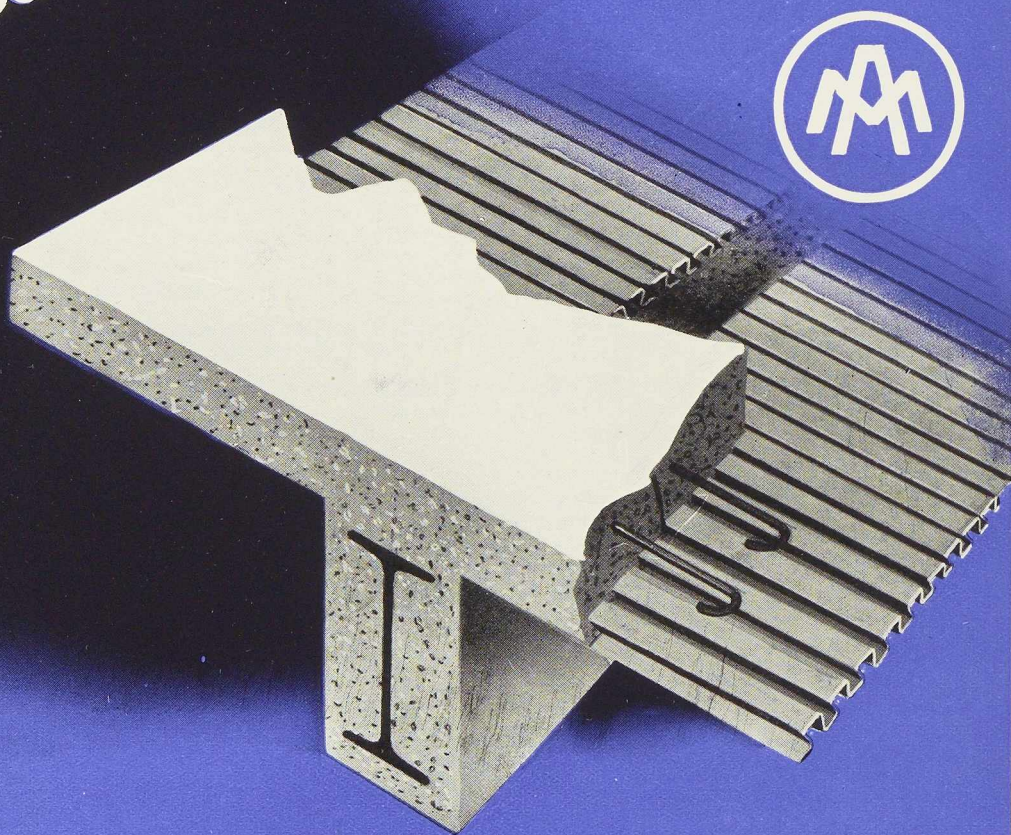
ABONNEMENTS. Belgique et Grand-Duché de Luxembourg, 1 an, 40 fr., Etranger, 1 an, 14 belgas. Paiement par chèques postaux (compte n° 340.17), par chèque ou mandat-poste. Tous les abonnements prennent cours au 1^{er} janvier.

INDEMNITÉS D'AUTEURS. Une indemnité par page imprimée de texte et de figures est allouée aux auteurs d'articles signés. Des tirés-à-part peuvent être fournis suivant commande.

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

PUBLICITÉ. Demandez notre tarif. Notre service de publicité se tient à votre disposition pour vous établir des projets de composition et de mise en page.

am'acier



Réclamez la notice
technique Am' Acier
qui vous sera
envoyée sur
simple demande

LES ATELIERS METALLURGIQUES, S. A.
NIVELLES • BELGIQUE
DIVISION: TRAVAIL DE LA TÔLE

AM'ACIER
BREVETS RIDLEY
MARQUE DÉPOSÉE

L'armature économi-
que pour dalles,
cloisons et terrasses
en béton

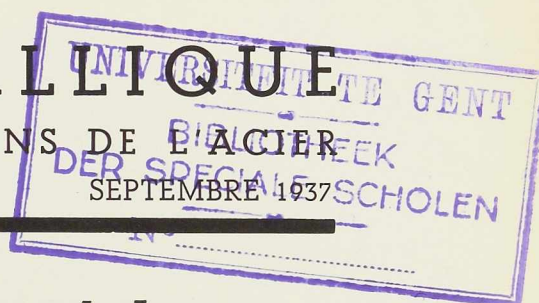
GENT GÉNÉRAL : BRUXELLES, 47, rue Cantersteen. Shell Building. Tél. 11.78.01

Studio Simar Stevens
BRUXELLES

L'OSSATURE MÉTALLIQUE

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER

6^e ANNÉE - N° 9



Les portes de la nouvelle écluse du port de pêche d'Ostende

Description et dimensions générales de la nouvelle écluse

La nouvelle écluse est située entre le chenal du port et le bassin à flot du port de pêche (fig. 575). Le port étant sujet à la marée (le niveau des marées basses de vives eaux ordinaires étant 0^m00, le niveau des marées hautes de vives eaux ordinaires atteint 4^m70) et le bassin à flot étant constamment au niveau 4^m00, la différence entre les flottaisons atteint ordinairement 4^m00. Cette écluse maritime comprend, comme d'habitude, une tête aval, une tête amont et le sas proprement dit. Chaque tête comprend deux paires de portes busquées (portes de flot et portes d'èbe).

Les caractéristiques sont les suivantes (fig. 576 et 577):

niveau du terre-plein :	+ 7 ^m 25	profondeur :	
niveau du plafond :	- 5 ^m 00		12 ^m 25
niveau des buses :	- 4 ^m 50		
longueur totale :	137 ^m 35		
longueur de la tête aval :	36 ^m 50		
longueur de la tête amont :	33 ^m 50		
longueur du sas :	67 ^m 35		
longueur utile :	90 ^m 00		
largeur du sas et des têtes :	16 ^m 00		
épaisseur maxima des bajoyers :	4 ^m 50 pour les sas; 6 ^m 50 pour les têtes.		

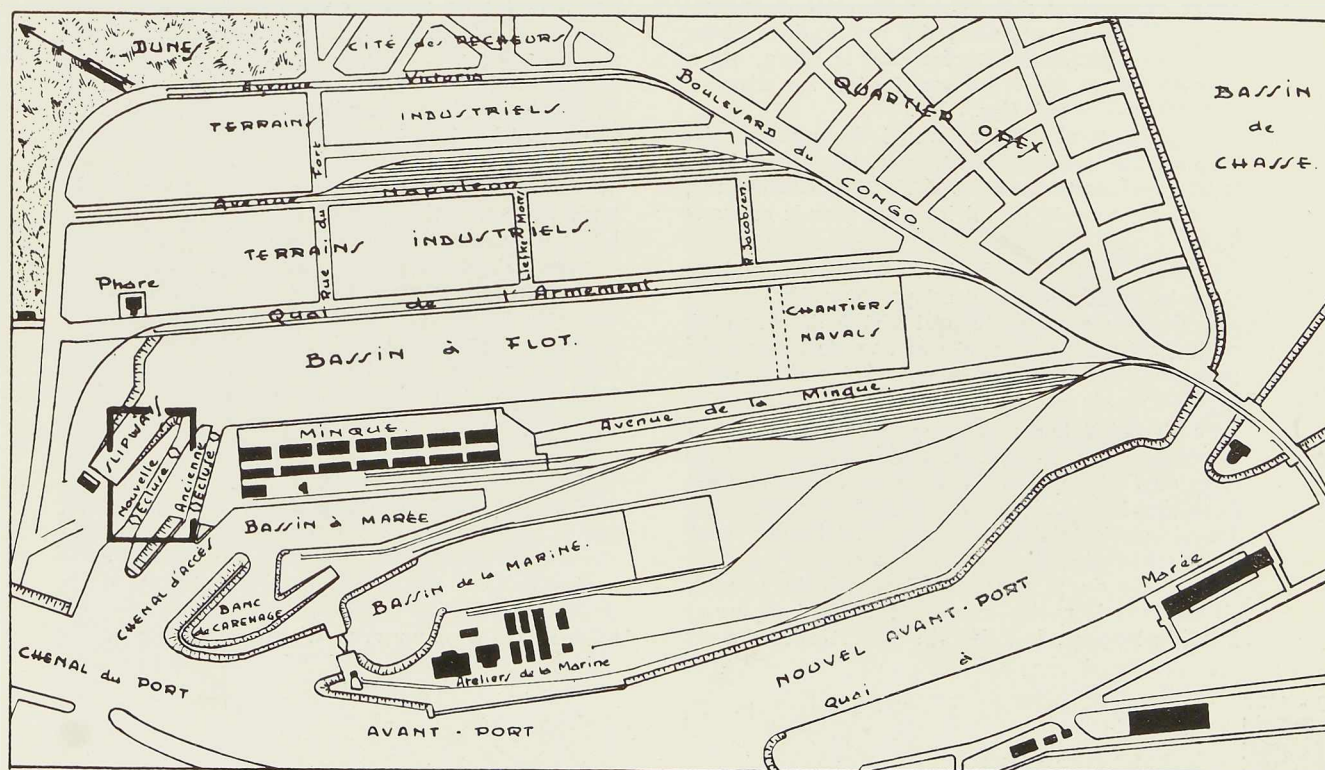


Fig. 575. Plan de situation.

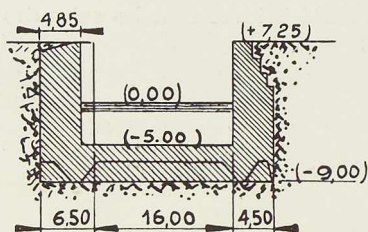
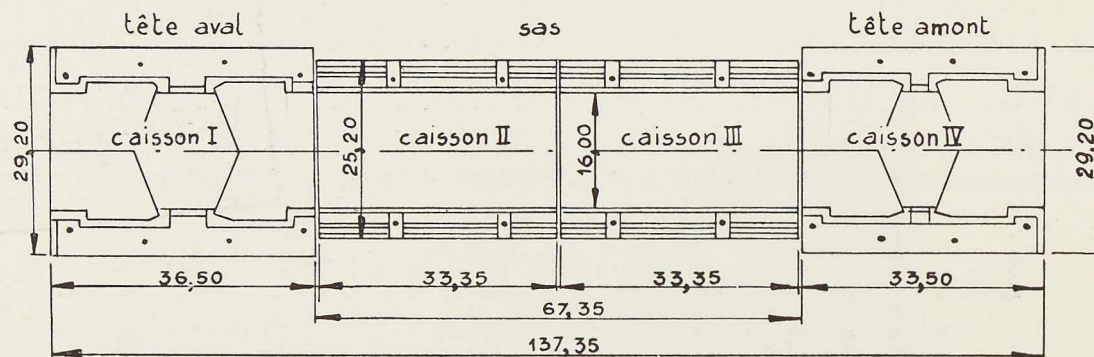


Fig. 576. Vue en plan de l'écluse montrant la disposition et les dimensions des 4 caissons de fonçage.

Fig. 577. Coupe transversale dans le sas.

L'écluse entière a été construite sur quatre caissons métalliques, un sous la tête aval, un sous la tête amont et deux sous le sas. Ces caissons ont été foncés par voie d'air comprimé à partir de la cote $+1^m00$ (niveau de montage) jusqu'à la cote -9^m00 (niveau de fondation). Leurs charpentes métalliques forment en même temps l'élément résistant du radier de l'écluse et sont complètement noyées dans le béton, qui a une épaisseur de 4 mètres (entre les niveaux -5^m00 et -9^m00) (fig. 577).

Le poids total d'acier laminé des quatre caissons atteint environ 2.200 tonnes. La superficie de la tête aval étant de $29^m20 \times 36^m50 = 1.065,00 \text{ m}^2$, ce caisson compte parmi les plus grands caissons foncés jusqu'à ce jour.

Comme particularités intéressantes, signalons en outre que la tête aval est pourvue d'un dispositif de chasse en fonte, qui sert à dévaser et à nettoyer l'avant-radier, et que sous la tête amont passe un tunnel en fonte pour câbles électriques, tuyauteries de gaz et canalisations d'eau.

Le dispositif de chasse comprend dix tuyères qui débouchent symétriquement de chaque côté de l'axe de l'écluse, deux dans le busc aval et trois dans l'enclave des portes de flot. Les tuyauteries, dont le poids total est d'environ 88 tonnes, sont noyées dans le béton du radier et des bajoyers. Le gabarit de la partie horizontale du tunnel, située dans le radier, mesure 1^m54 de hauteur et 1^m35 de largeur. Les cheminées verticales d'accès

remontant dans les bajoyers sont de forme circulaire et ont une ouverture libre de 1^m20 de diamètre.

Le tunnel, tout comme les cheminées d'accès, est constitué d'éléments complets à nervures d'un mètre de longueur. L'épaisseur des parois et des nervures est de 25 à 30 mm. Chaque tuyau du tunnel pèse 2.210 kg et chaque élément des cheminées 960 kg.

L'assemblage s'est fait par boulons avec joints en plomb de 5mm d'épaisseur. Le poids total du tunnel s'élève à 86 tonnes.

Pour faciliter le raccordement des tuyères du dispositif de chasse avec les ouvertures dans le seuil du busc, il a été décidé de construire les buscs en acier coulé. Les buscs ont été coulés en éléments dont certains avaient plus de 2 mètres de longueur et pesaient plus d'une tonne. L'assemblage s'est fait par boulons. Les buscs se sont montrés tout aussi économiques que des buscs en pierre de taille ou en granit. Le poids total d'acier coulé des buscs est de 30 tonnes.

Description des portes d'écluse

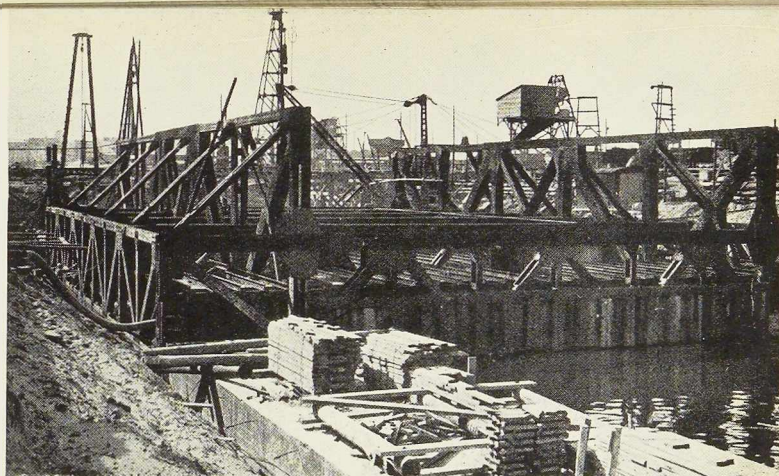
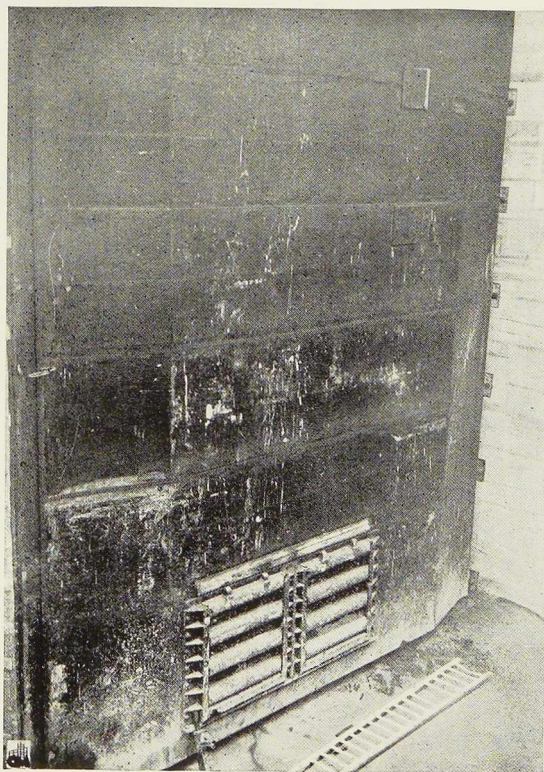
(fig. 579, 580 et 582)

Chaque tête de l'écluse comprenant deux portes busquées (portes de flot et portes d'èbe), le nombre des vantaux s'élève à huit. Toutes les portes ont les mêmes dimensions et sont donc parfaitement interchangeables. Les bajoyers de l'écluse étant dépourvus d'aqueducs larrons, le

Fig. 578. Vue d'un caisson de l'écluse d'Ostende.

remplissage et la vidange du sas se font par ventelles, au nombre de deux par vantail. Ce sont des vannes glissantes ordinaires à jalousies; elles sont en acier coulé tout comme l'encadrement sur lequel elles s'appuient. Chaque ventelle a une ouverture libre de 1,25 m², ce qui fait pour chaque paire de vantaux 5 m² d'ouverture. Pour une différence entre les flottaisons de 4 mètres, le remplissage du sas se fait en sept minutes.

Le poids des ventelles et des encadrements s'élève à 11,1 tonnes par vantail. Leur manœuvre peut se faire, soit électriquement, soit à bras d'homme; les crics et moteurs nécessaires se trouvent sur la traverse supérieure de la porte, en dessous de la passerelle. La durée de la manœuvre à com-

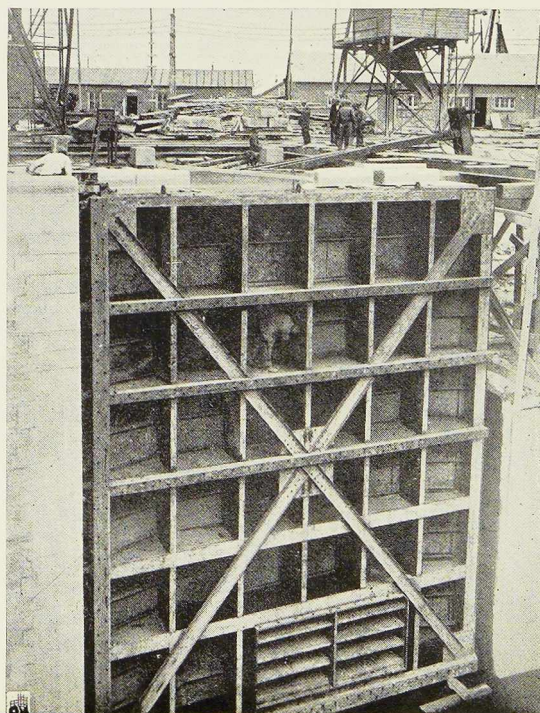


mande électrique d'ouverture et de fermeture d'une vanne est de 60 secondes.

Tous ces dispositifs spéciaux : ventelles en acier coulé, crics et moteurs sur les portes, passerelles de plus d'un mètre de largeur à garde-corps, devaient avoir comme conséquence d'augmenter considérablement le poids des vantaux et, comme il s'agissait déjà de portes d'assez fortes dimensions (9^m00 de largeur et 11^m50 de hauteur) devant résister normalement à une pression de 4 mètres d'eau et exceptionnellement allant jusqu'à 5 et 6 mètres d'eau par temps de vive eau extraordinaire, il fallait autant que possible chercher à les alléger pour éviter de devoir adopter des caissons à air. La solution a été trouvée en

Fig. 579. Côté extérieur d'un vantail ou côté du bordage.

Fig. 580. Vantail tourné dans sa chambre; on remarque les ventelles et les fourrures en bois de la traverse inférieure et du poteau tourillon.



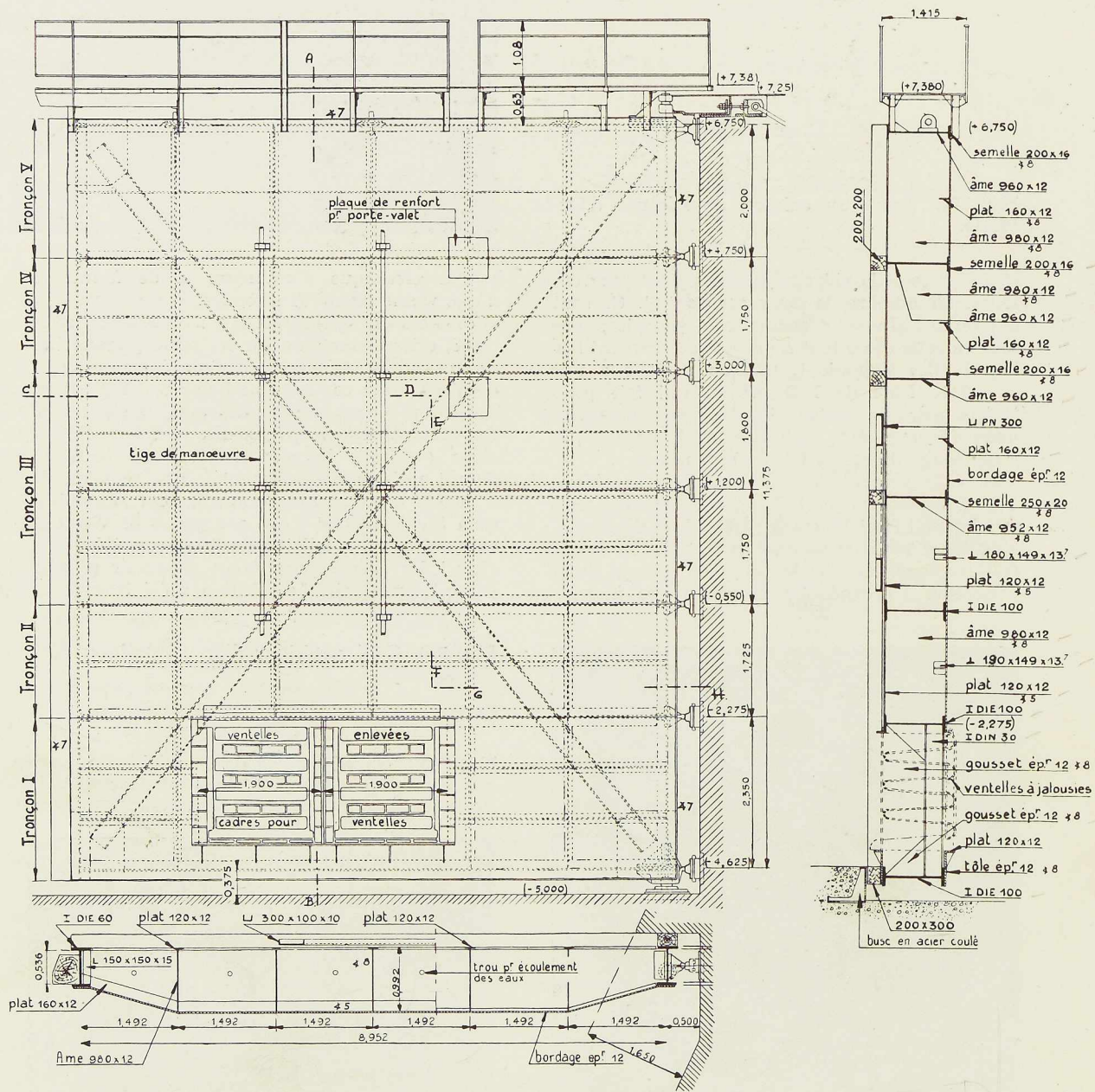


Fig. 581. Elévation d'un vantail et coupe transversale.

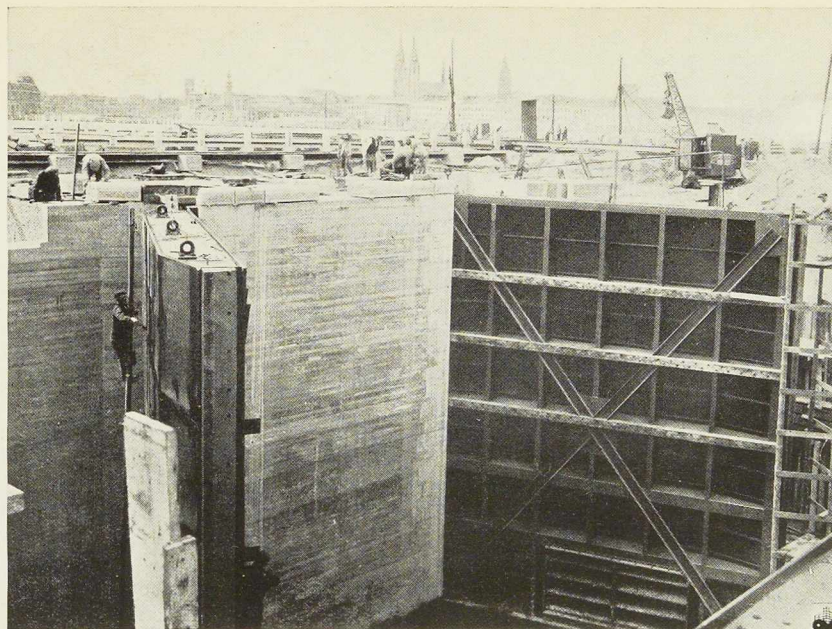


Fig. 582. Vue de deux vantaux en position fermée. A gauche l'ouvrier applique une couche d'émulsion de bitume.

ayant recours à la soudure électrique. Pratiquement, on peut dire que les portes sont complètement soudées. La rivure a été réduite au strict minimum et a été adoptée dans quelques assemblages, entre autres pour la fixation des raidisseurs aux goussets et des traverses au poteau busqué et au poteau tourillon. Même les poutrelles laminées ont été remplacées autant que possible par des poutrelles soudées. Le poteau busqué, le poteau tourillon et les trois traverses inférieures portant les cadres et les ventelles, ont seuls été réalisés en poutrelles Grey laminées. Ceci avait comme avantage de former un encadrement rigide de la porte et d'éviter les tensions préalables et les déformations dues à la soudure dans les poteaux.

Chaque vantail comprend sept poutres principales de 1 mètre de hauteur, reliées entre elles par les deux poteaux et par cinq montants intermédiaires (fig. 580). Les poteaux ont une hauteur de 0^m60; les montants intermédiaires ont une hauteur de 1 mètre. Ce dispositif donne une très grande raideur à la porte, il divise le vantail en plusieurs compartiments d'environ 1^m80 de hauteur, 1^m50 de largeur et 1^m00 de profondeur, dans lesquels un homme se maintient aisément debout, ce qui facilite l'entretien. Du côté intérieur, deux raidisseurs U 300 PN disposés en croix de Saint-André forment contreventement et empêchent la torsion.

A cause de la présence de l'eau de mer, l'épaisseur minima des tôles a été fixée à 12 mm et celle des cordons de soudure à 8 mm (mesurée suivant la hauteur du triangle). Toutefois pour les tôles de bordage on s'est contenté de cordons

de 5 et de 7 mm : 5 mm du côté intérieur et 7 mm du côté extérieur, ceux-ci n'ayant aucun autre rôle que d'assurer à la fois la fixation et l'étanchéité.

L'acier laminé mis en œuvre à une teneur de 0,25 % en cuivre.

Avantages du type de portes adopté

Parmi les avantages de ce type de portes, il convient tout d'abord de signaler la réduction du poids et l'économie qui en résulte. Le poids d'acier d'un vantail sans pièces d'équipement atteint environ 40 tonnes. Mais non moins importantes sont la rigidité et l'étanchéité complète. La porte ne donne pas du nez. Après le redressement des vantaux, l'écluse étant à sec, la dénivellation entre le poteau busqué et le poteau tourillon parfaitement d'aplomb n'a pas même atteint 3 mm. Le danger de rouille, particulièrement à craindre à l'eau de mer et surtout dans la zone sujette à la marée, sera moindre pour une porte soudée que pour une porte rivée, les rivets étant des éléments plus ou moins hétérogènes facilitant la création de couples galvaniques. La possibilité de ces couples galvaniques subsiste naturellement dans les cordons de soudure, mais est moins à envisager. La protection, l'enduisage et l'entretien se font d'ailleurs avec une facilité beaucoup plus grande.

Comme protection des portes il a été prévu un enduisage d'émulsion de bitume « Flintkote »; une couche de fond a été mise à l'atelier, deux couches de couverture contenant une certaine proportion de ciment ont été appliquées au chantier (fig. 582).



Exécution et montage

Les travaux de construction de la nouvelle écluse du port de pêche d'Ostende ont été adjugés à M. Delens, ingénieur A.I.G., entrepreneur à Gand, pour un montant d'environ 23 millions de francs. M. Delens a confié la construction des parties métalliques : caissons, portes busquées, etc., à la Société Anonyme « Les Ateliers Métallurgiques » à Nivelles. Les portes ont été construites aux ateliers de la Sambre de cette Société.

Chaque vantail fut divisé en cinq tronçons. Les tronçons I, III et V (voir fig. 576) sont arrivés finis de l'atelier, alors que les tronçons II et IV sont arrivés au chantier par pièces détachées. Les travaux de soudure ont été spécialement soignés et surveillés. Chaque ouvrier soudeur a dû exécuter d'avance plusieurs éprouvettes de pliage devant l'ingénieur dirigeant. Seuls les soudeurs qualifiés ont été admis. Toute la soudure, tant à l'atelier que sur le chantier, s'est faite au moyen d'électrodes « Stabilend Arcos ». Le montage s'est effectué dans l'écluse même, qui était à sec, le vantail étant horizontal et la tôle de bordage tournée vers le bas. Pour souder les contours et les joints de la tôle de bordage, la porte a été placée verticalement, afin d'éviter autant que possible la soudure au plafond. Le montage au chantier a duré cinq mois et demi : depuis le commencement de mai 1936 jusqu'à la fin d'octobre.

Equipement des portes

Les portes sont garnies de fourrures en bois de chêne, fixées par boulons à têtes noyées. Au-dessus du niveau des marées basses, la porte est protégée par des bois de frottement horizontaux situés au droit des poutres principales (fig. 580).

Les efforts axiaux dans les traverses sont transmis directement sur le chardonnet, par l'intermédiaire de butées en acier coulé. Le pivot et

l'ensemble du collier sont également en acier coulé.

Le poids total d'un vantail complètement monté et complètement équipé est d'environ 55 tonnes.

Le pivot proprement dit a été prévu en acier dur; il a un diamètre de 200 mm, tandis que des grains en bronze Bral extra dur pesant 47 kg sont fixés dans la crapaudine. Les caractéristiques du bronze Bral mis en œuvre sont : résistance à la traction : 50 kg/mm²; dureté Brinell : 140, et résistance garantie à l'eau de mer. La surface de contact entre le pivot et le grain en bronze a un diamètre de 170 mm. La pression atteint donc 2,4 kg/mm².

Avant la mise en place, le pivot et le grain de crapaudine ont été graissés au moyen de « Texaco crater compound ». Il n'est pas prévu de lubrification ultérieure.

Malgré le poids élevé, un seul homme suffit à tourner un vantail en poussant sur le poteau busqué. Le collier est pourvu d'une bague en bronze phosphoreux P.M.G. (dureté Brinell 100, résistance à la traction 28 kg/mm²).

Le pivot est réglable tout comme le collier et les butées. Leur réglage s'est fait au moyen du poteau tourillon du dernier vantail en montage.

Les portes de flot de la tête aval, directement exposées à la houle et aux vagues de tempête, sont munies de deux porte-valets en bois de chêne.

La commande des portes peut se faire soit électriquement, soit à la main; elle est faite au moyen d'une bielle élastique articulée au vantail et formant crémaillère. La porte doit pouvoir s'ouvrir contre 30 cm de surpression d'eau à cause des vagues et de la houle. La puissance des moteurs de commande est donc très forte (30 ch.). L'ouverture et la fermeture s'accomplissent en 60 secondes.

Au droit de chaque tête d'écluse se trouve une cabine de manœuvre. La salle de commande est surélevée, ce qui permet une vue générale sur la tête et le terre-plein environnant.

La construction de l'écluse est aujourd'hui complètement terminée; on met la dernière main à l'équipement électro-mécanique.

Le travail décrit ci-dessus a été étudié et réalisé par le Service spécial de la Côte à Ostende, sous la direction de M. E. Verschoore, Ingénieur en chef Directeur des Ponts et Chaussées, assisté de M. J. Dooms, Ingénieur principal et de M. J. Verschave, Ingénieur.

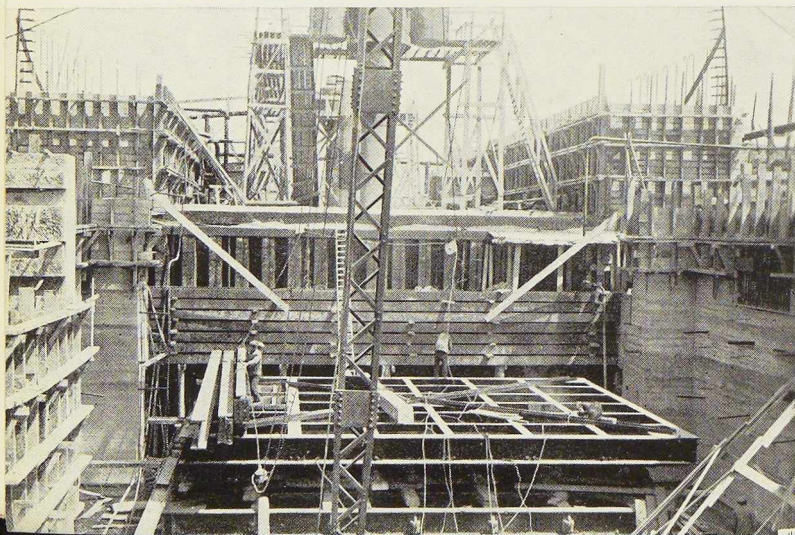


Fig. 583. Photo prise en cours du montage d'un vantail au fond de la fouille.



Fig. 584. Pont de Chelsea. Vue générale. On remarque l'absence de traverses à la partie supérieure des pylônes, qui sont entièrement isolés.

La reconstruction du pont de Chelsea à Londres

L'ancien pont suspendu de Chelsea, en service depuis 1858, ne répondant plus aux exigences du trafic moderne, le Conseil du Comté de Londres (London County Council) a décidé de le démolir et d'en construire un nouveau à l'emplacement de l'ancien. Le nouveau pont de Chelsea, inauguré le 6 mai 1937, est un pont suspendu dont la longueur totale atteint 211 mètres. La Tamise est franchie au moyen de 3 travées de 52^m50, 106 m et 52^m50 de portées respectives. Les passes navigables ont une largeur de 45^m90 sous les travées de rive et 99^m60 sous la travée centrale. Le tirant d'air est de 7^m30. Le pont calculé conformément au cahier des charges du London County Council a une largeur totale de 25^m20.

Les câbles de suspension de ce pont, au lieu d'être ancrés à des massifs d'ancrage, sont fixés aux extrémités des poutres de rigidité qui supportent le tablier. La tension dans les câbles de suspension est donc équilibrée par la compression

dans les poutres de rigidité. Les pylônes ne sont pas encastrés dans les piles, mais articulés à leurs bases; les câbles par contre sont fixés d'une façon permanente à l'extrémité des pylônes. Sous l'effet d'une charge non équilibrée ou des variations de température, les pylônes sont susceptibles de prendre une flèche. La valeur de cette flèche est toutefois si minime que seul un appareil très exact peut la déceler. Les poutres de rigidité s'appuient sur les piles par l'intermédiaire de rotules.

Il y a lieu d'observer, à propos de la construction de cet ouvrage, que la tension des câbles n'est équilibrée que par la mise en compression des poutres de rigidité.

Le pont de Chelsea ne pouvait donc pas être construit suivant la technique habituellement adoptée pour les ponts suspendus, c'est-à-dire en exécutant le tablier après la construction des pylônes et la mise en place des câbles. Ici on a dû monter en premier lieu les poutres de rigidité.

N° 9 - 1937



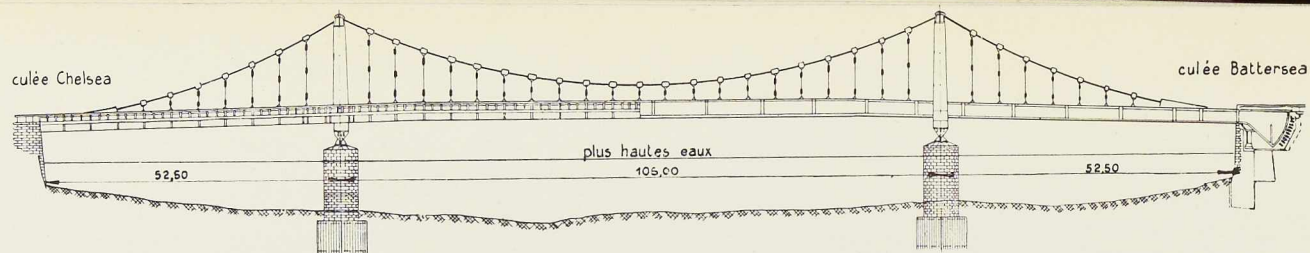


Fig. 585. Elévation du pont de Chelsea.

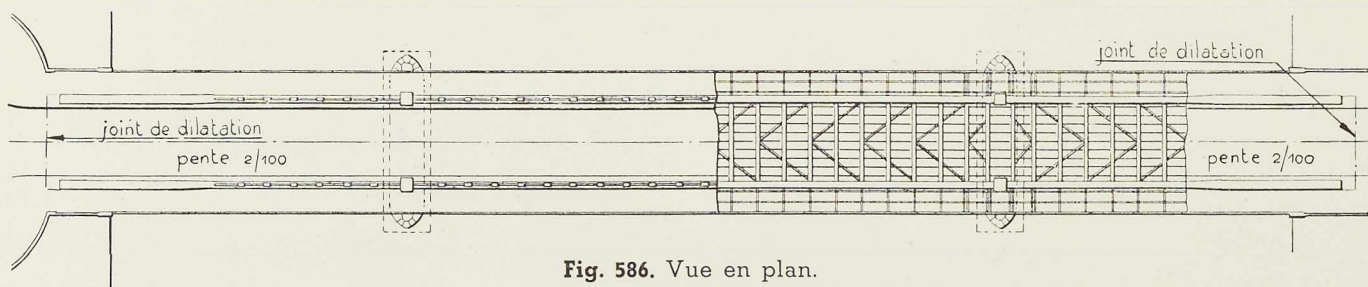


Fig. 586. Vue en plan.

Fondations et culées

Les fondations des piles du pont de Chelsea ont été exécutées à l'abri d'un batardeau en palplanches métalliques. Ces palplanches, d'une longueur de 21^m20, avaient une longueur de fiche de 12^m16. Quant aux batardeaux, leurs dimensions étaient de 32^m52 × 82^m10. En général on n'a rencontré aucune difficulté à maintenir les batardeaux à l'état sec.

Les bases des nouvelles piles ont été fondées sur l'argile compacte de Londres, à 12^m15 sous le niveau de l'eau. Les fondations des piles sont en gros béton. Les culées sont creuses.

Poutres de rigidité

Les poutres de rigidité ont une section en caisson et sont en acier à haute résistance. L'emploi de cet acier a permis de réaliser de notables économies, tant en poids qu'en coût. Chaque poutre, haute de 2^m70, était pourvue de 3 articulations, dont 2 permanentes (à chaque extrémité) et une provisoire (au milieu) servant pour le montage uniquement. Une fois les deux demi-poutres montées, l'articulation provisoire était supprimée et les 2 tronçons rivés ensemble.

Pylônes et câbles

Après la mise en place des poutres de rigidité, on a procédé à la construction des pylônes en acier. Ces pylônes ont une hauteur de 16^m75 au-dessus du niveau du tablier. Etant donné que les pylônes sont articulés à leur base et par conséquent instables sans le secours des câbles, on a dû, pour maintenir les pylônes droits, les ancrer aux poutres de rigidité.

L'importante opération suivante consistait à

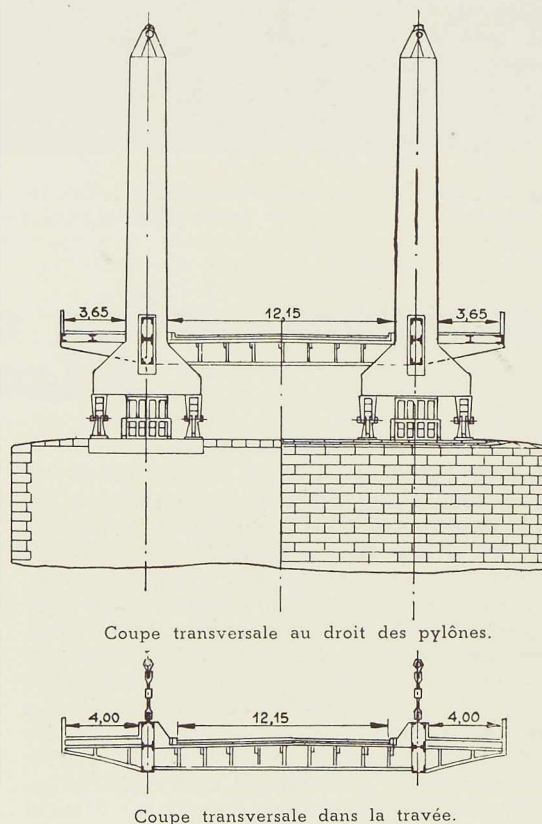


Fig. 587. Coupes transversales.

mettre en place les 2 câbles de suspension. Chacun de ces câbles se compose de 37 torons de 4,98 cm de diamètre comportant 248 fils galvanisés, l'ensemble formant un hexagone. En vue



d'assurer aux câbles du pont la courbure correcte sous l'effet de l'ensemble des charges permanentes, les câbles ont été soumis avant le montage à une tension d'essai qui a permis de déterminer exactement l'allongement. Après les essais, les câbles enroulés sur un tambour ont été amenés sur place. Ces tambours ont été montés alors sur un chevalet se trouvant à chaque extrémité du pont et déroulés ensuite le long du tablier, prêts à être mis en place. Les câbles ont été ensuite soulevés au moyen de 2 grues et mis en place dans les rainures prévues à cet effet dans les pylônes : enfin ils ont été rendus solidaires des pylônes par serrage de colliers. A leurs extrémités les câbles sont pourvus d'un culot fileté vissé dans les colliers d'appui, fixés aux poutres de rigidité.

Tablier

Après la mise en place des câbles, on a procédé à la fixation des suspentes et au montage du tablier. La chaussée a une largeur de 12^m15. La dalle de la chaussée est posée sur des tôles embouties, elles-mêmes reposant sur un quadrillage de poutres métalliques. Deux trottoirs en porte-à-faux de 4 mètres de largeur chacun (3^m65 au droit des pylônes) ont été prévus de chaque côté de la chaussée. La chaussée est suffisamment large pour permettre la circulation de 4 files de voitures.

Montage

On a construit tout d'abord les piles et les culées du pont. Pour les besoins du montage, on a sectionné les poutres de rigidité en 4 tronçons : 2 tronçons de rive et 2 faisant partie de la section centrale. Tous ces tronçons étaient amenés ensuite à pied d'œuvre et mis en position sur des supports provisoires en bois par l'intermédiaire de vérins hydrauliques. Une fois les poutres de rigidité en place, on a construit les articulations au droit des pylônes et on a procédé au montage des bouts de poutres en forme d'éventail recevant les colliers d'appui au droit des culées.

Après assemblage des poutres de rigidité, celles-ci devenaient partiellement auto-portantes prenant appui sur les culées, sur les articulations des pylônes et sur les vérins placés au milieu de la portée; on a alors enlevé les étançons en bois et les vérins des travées latérales. Il importe de faire remarquer que les pylônes du pont de Chelsea ne sont pas des portiques, mais 2 pylônes séparés.

Lorsque les poutres et les pylônes étaient complètement montés, on a amené les câbles, soumis préalablement à des essais très sévères effectués au banc d'essai de la Wrights Ropes Ltd., fabricant des câbles.

Fig. 589. Vue d'enfilade du pont de Chelsea.

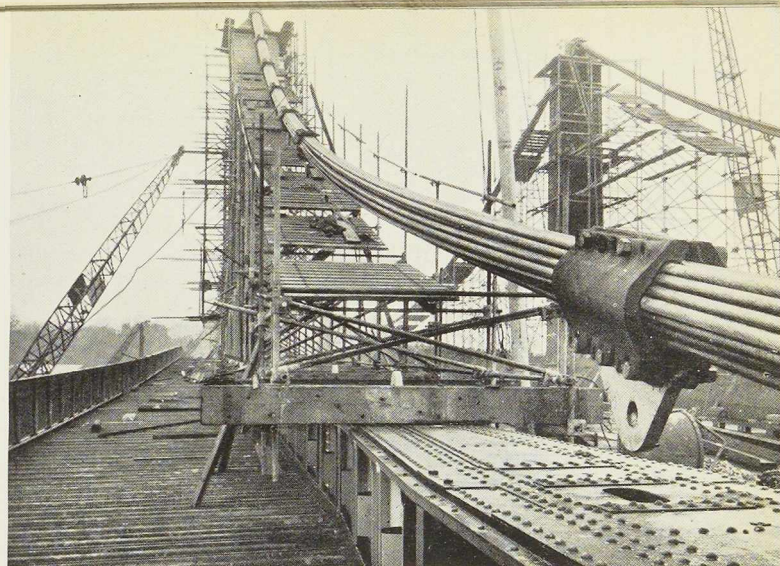


Fig. 588. Vue prise au cours du montage. On notera les échafaudages tubulaires supportant la passerelle de travail.

Après la mise en place des câbles, suivant la technique décrite ci-dessus, on a procédé à la fixation des suspentes.

Cette opération se faisait à l'aide de vérins hydrauliques, ajustés sous la travée principale. On a retiré progressivement les vérins et mis les suspentes sous tension. On a procédé finalement à la mise en place définitive de la travée centrale (au moyen des vérins) et à l'enlèvement de l'étañçonnage en bois.

Les travaux, commencés le 15 octobre 1934, ont été terminés au début du mois de mai 1937. Les calculs du pont ont été effectués par les ingénieurs-conseils, MM. Rendel, Palmer et Tritton. Les travaux ont été effectués par l'entreprise Holloway Bros de Londres.

Le coût du nouveau pont de Chelsea s'est élevé à 310.000 livres sterling.

BIBLIOGRAPHIE

Engineering, n° 3721, mai 1937, pp. 519-522.
The Engineer, n° 4243, 7 mai 1937, pp. 541-544.



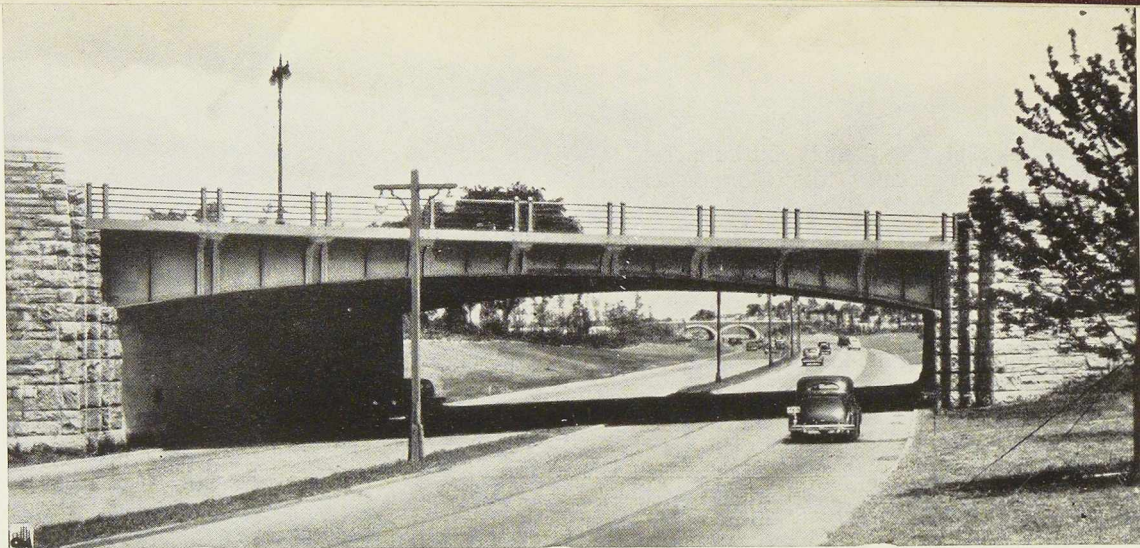


Fig. 590. Le pont Astoria à New-York, d'une portée de 27^m96.

Les plus beaux ponts métalliques construits aux Etats-Unis en 1936⁽¹⁾

Tous les ans l'American Institute of Steel Construction décerne des prix et des mentions aux plus beaux ponts en acier construits pendant l'année écoulée. Le Jury désigné pour ce concours a attribué des prix aux ouvrages suivants, construits en 1936 :

(1) Voir aussi L'OSSATURE MÉTALLIQUE, n° 6-1933, p. 263; n° 9-1934, p. 420; n° 9-1935, p. 461; n° 9-1936, p. 394.

Catégorie A : Pont sur East River (Triborough bridge) New-York (fig. 592);

Catégorie B : Pont Hurricane (Missouri), (fig. 591);

Catégorie C : Pont Astoria, New-York (fig. 590).

Le Jury a décerné en outre des mentions spéciales aux trois constructions suivantes, classées dans la catégorie A (ponts dont le coût dépasse

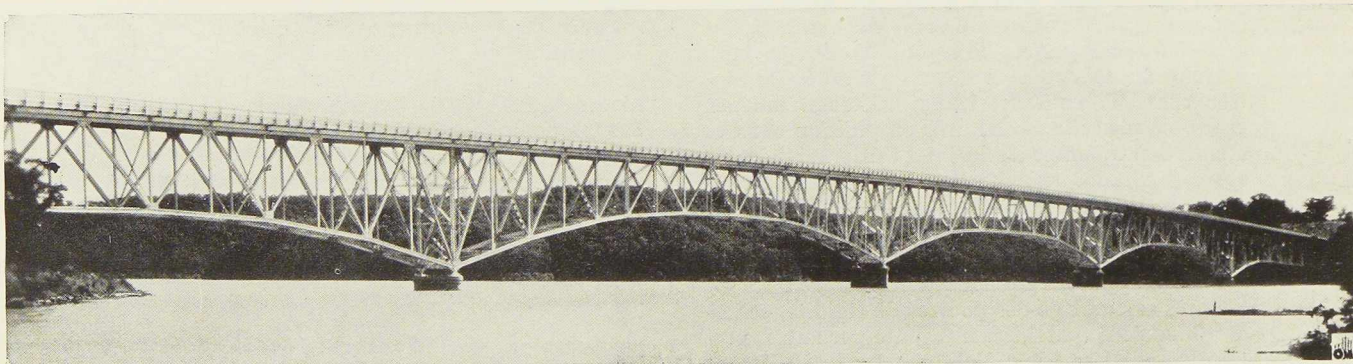


Fig. 591. Le pont Hurricane comportant trois travées centrales de 141 mètres et deux travées de rive de 113^m60.

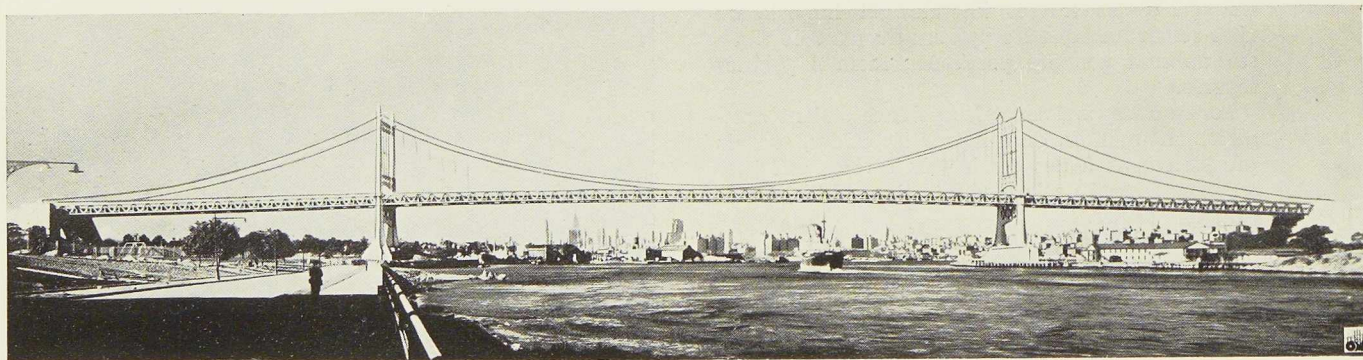


Fig. 592. Le pont sur East River comportant une travée centrale de 420^m60 et deux travées latérales de 204^m75.

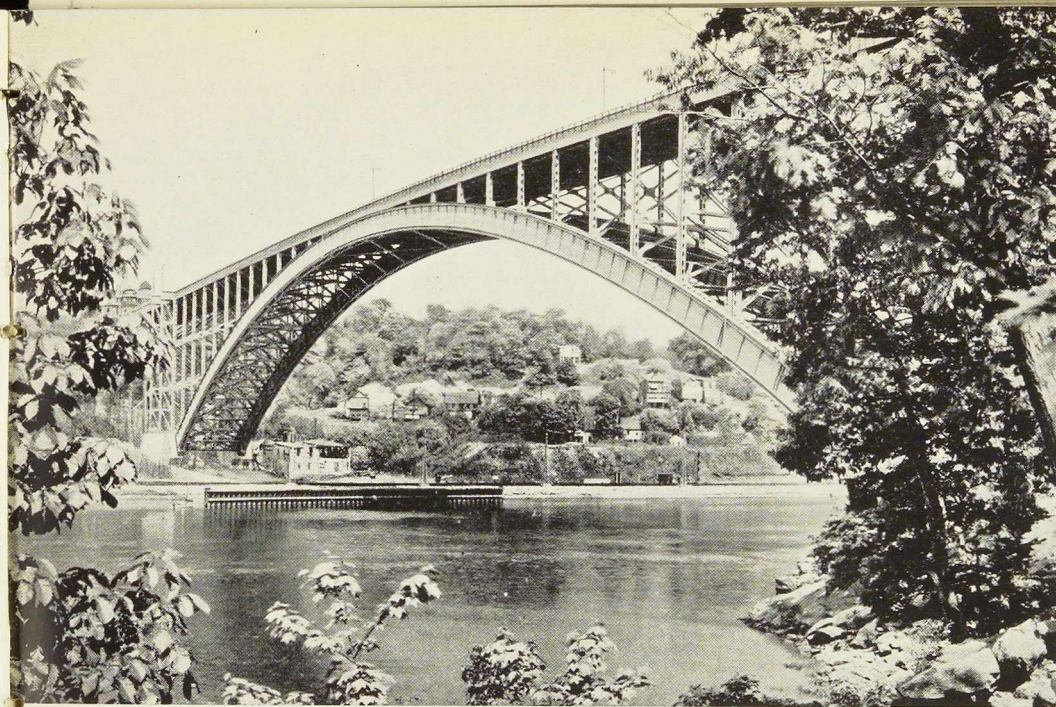


Fig. 593. Le pont Henry Hudson à New - York constitué par un arc sans rotule de 244 m de portée.

un million de dollars): Pont Henry Hudson, New-York (fig. 593); Pont de West Bay (San Francisco — Oakland bridge) Californie (fig. 594); Pont sur Fore River, Massachusetts.

Voici quelques détails sur ces différents ponts.

Le Pont sur *East River* (fig. 592) qui constitue l'ouvrage le plus important de l'ensemble du Triborough Bridge ⁽¹⁾ est un pont suspendu à poutres de rigidité. Le pont a une travée centrale de 420^m60 et deux travées latérales de 204^m75.

Le pont *Hurricane* est un pont à poutres droites. Classé dans la catégorie des ponts moyens, il a trois travées centrales de 141^m05 et deux travées de rive de 113^m60.

Le pont *Astoria* construit dans la banlieue de New-York a une portée de 27^m96. Les calculs de ce pont à béquilles ont été effectués par les

ingénieurs du Long Island State Park Commission and Triborough Bridge Authority.

Le pont *Henry Hudson* (fig. 593) est un pont en arc encastré à âme pleine de 244 mètres de portée. La travée centrale en arc se complète par des viaducs d'approche qui comprennent deux travées suspendues de 13^m68 et dix travées à poutres droites de 18^m24 de portée chacune.

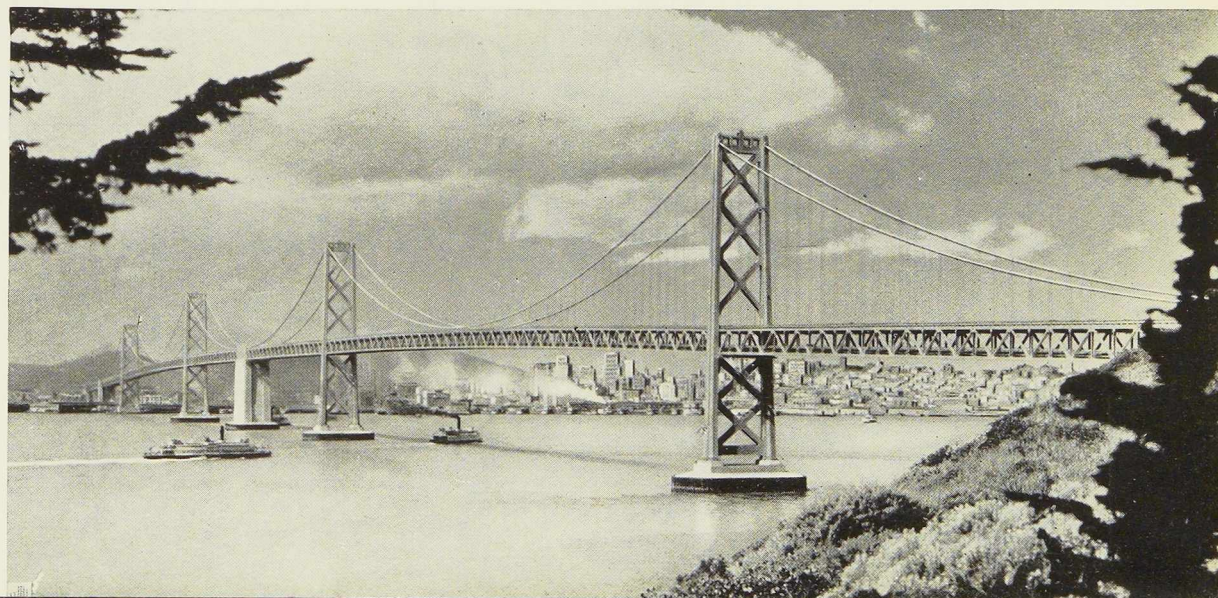
Le pont de *West Bay* (fig. 594) qui fait partie de l'important ouvrage conduisant de San Francisco à Oakland ⁽¹⁾ relie la ville de San Francisco à l'île d'Yerba Buena. Il est constitué par deux ponts suspendus consécutifs.

Le pont sur *Fore River* relie Quincy et Weymouth, dans le Massachusetts. Il se compose d'une travée en treillis de 64^m60 franchissant le fleuve, de trois travées d'approche à poutres droites de 27^m96 et d'une travée basculante de 66^m57 de portée.

⁽¹⁾ Voir L'OSSATURE MÉTALLIQUE, n° 4-1937, p. 165.

⁽¹⁾ Voir L'OSSATURE MÉTALLIQUE, n° 6-1936, p. 269.

Fig. 594. Le pont West Bay à San Francisco.



Le Lincoln Tunnel, nouveau tunnel routier sous l'Hudson à New-York

L'île de Manhattan, sur laquelle est construit New-York, possède actuellement deux communications routières avec la rive droite de l'Hudson (Etat de New-Jersey) : le *Holland Tunnel*, au sud, ouvert au trafic en 1927, et le pont *George Washington*, 16 km plus au nord, ouvert en 1932. Une troisième liaison routière avec le New-Jersey est actuellement en cours de construction : le tunnel double *Lincoln* (originellement appelé *Midtown Tunnel*) aboutissant en face de la 39^e Rue, dans Manhattan, et relié par un système d'accès très complexe (fig. 595) aux rues du centre de New-York (de la 34^e à la 42^e) et au bourg de Weehawken, N.-J., sur la rive droite de l'Hudson et de là vers les grandes routes principales allant vers l'ouest.

Les deux tunnels en construction, dont le premier sera ouvert au trafic au début de 1938 et le second en 1940, ont un diamètre extérieur de 9^m45, soit 0^m45 de plus que les *Holland Tunnels* (1). Leur construction est semblable à celle des *Holland Tunnels*, tant au point de vue du mode de travail par bouclier que du type de revêtement en segments de fonte ou d'acier coulé, avec enrobage de béton. Ces revêtements nécessiteront, pour les deux tunnels, 87.000 tonnes (métriques) de fonte, 5.500 tonnes d'acier coulé et un total de 3.200 tonnes de boulons, écrous et rondelles, soit environ 26 tonnes de métal par mètre courant de tunnel.

(1) Pour rappel, le tunnel sous l'Escaut à Anvers a un diamètre de 9^m40.

Revêtements en acier laminé

Le cahier des charges n'imposait les revêtements en segments de fonte ou d'acier coulé que dans la partie du tunnel construite dans le limon du lit de l'Hudson; il permettait dans les autres sections, établies dans le roc, de faire usage d'un revêtement d'un type nouveau, en tôles et profilés d'acier. Ce revêtement, étant plus léger et plus économique, fut adopté pour les trois sections du tunnel en rocher adjugées jusqu'à présent, soit pour un total de 630 mètres courant de ce tunnel.

Les éléments des revêtements en acier laminé constituent des anneaux deux fois plus larges que les anneaux en fonte et ne comportent que onze segments et une clef de voûte — au lieu de quatorze segments et une clef dans les anneaux en fonte. Les segments en acier laminé mesurent 1^m52 de largeur par 2^m86 de longueur, à l'extrados. Ils comportent une tôle de fond de 12,7 mm, des bords de 115 mm en tôle de 15,9 mm et sont raidis par deux tronçons courbés de poutrelles à larges ailes de 40 cm de hauteur coupées en deux, les ailes étant disposées vers l'extérieur (fig. 596). Chaque segment est entièrement fabriqué par soudure continue. L'assemblage des segments entre eux se fait par des boulons assemblant les rebords et par des couvre-joints boulonnés disposés sur l'aile extérieure des raidisseurs de manière à constituer des nervures circulaires continues. Ces couvre-joints sont ensuite soudés, de même que tous les joints longitudinaux et transversaux.

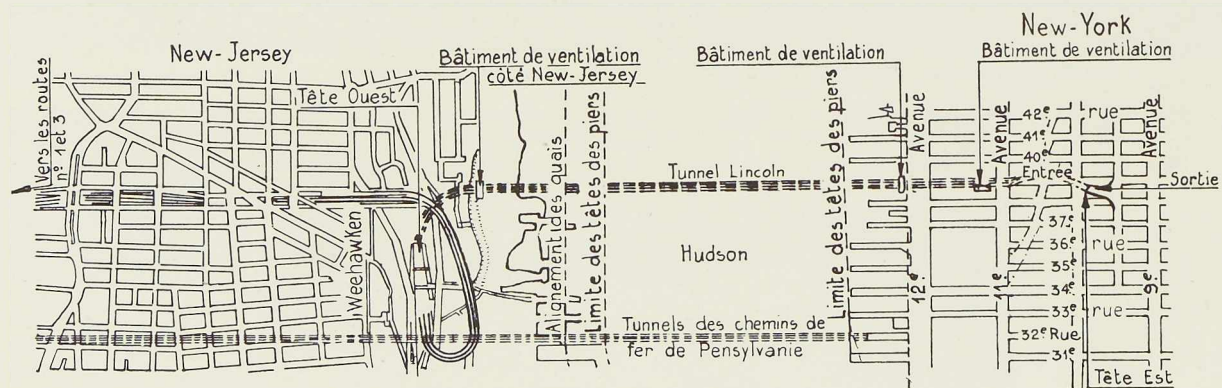


Fig. 595. Plan de situation.



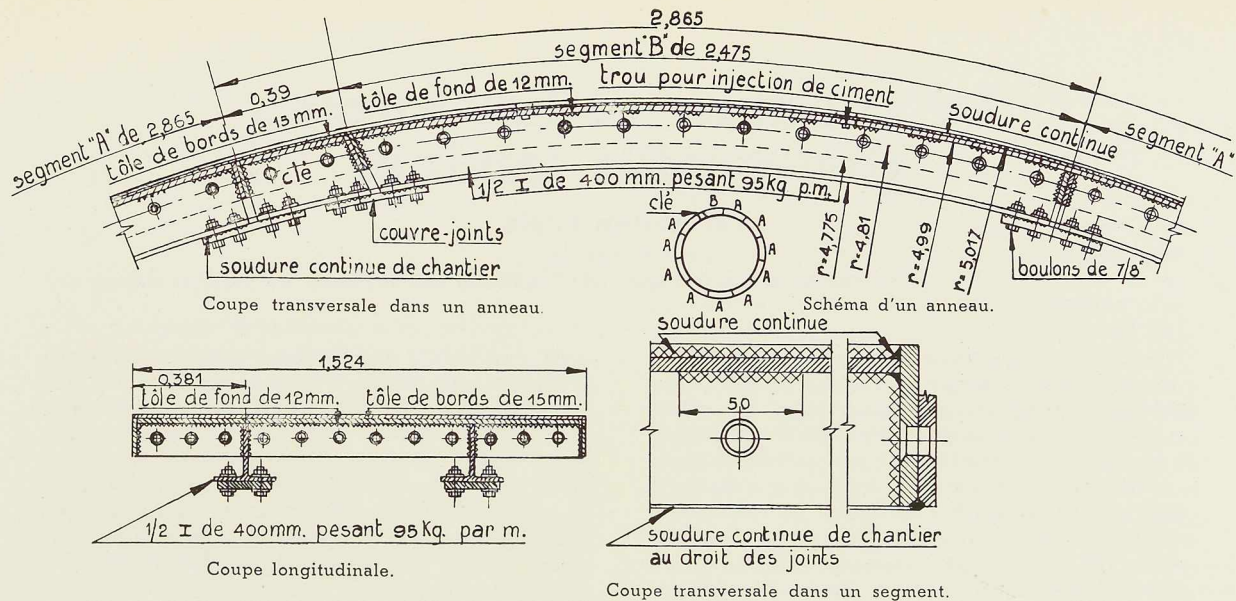


Fig. 596. Détails constitutifs des segments en acier laminé.

Sections de tunnel construites à ciel ouvert

Plus de 600 mètres de tunnels seront construits à ciel ouvert. Le mode de construction adopté dans ces tronçons consiste en une ossature métallique avec plafond et murs latéraux bétonnés. Les cadres transversaux sont distants de 1^m52 d'axe en axe; ils sont constitués par des colonnes en poutrelles à larges ailes d'un profil allant du 355 mm à 210 kg par m ct, au 838 mm à 327 kg par m ct. Les poutres transversales du plafond, supportant la chaussée, sont des poutres à âme pleine de hauteur variant entre 1^m370 et 1^m680 du côté de New-Jersey et limitée à 1^m170 du côté de New-York.

La construction du *Lincoln Tunnel* est l'œuvre du *Port of New York Authority*, sous la direction de M. O. H. Ammann, ingénieur en chef.

Les données qui ont servi à la rédaction du présent article ont été extraites de la revue américaine *Engineering News-Record*, du 17 juin 1937.

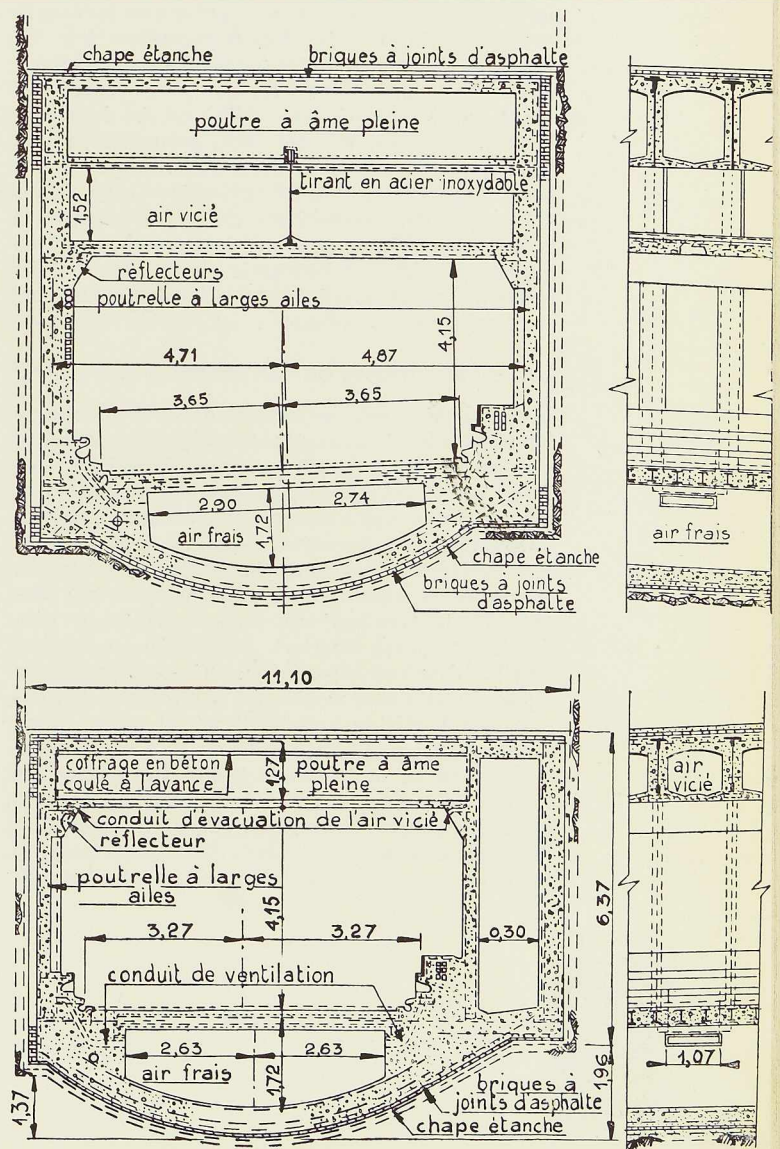


Fig. 597. En haut : Section type côté New-Jersey.
En bas : Section type côté New-York.

La soudure et les formes des profils laminés

par **Stefan Bryła**

Docteur-ingénieur,
Professeur à l'École polytechnique de Varsovie

Dans les constructions soudées, on utilise jusqu'à présent en général les mêmes profils laminés que dans les constructions rivées. En effet, malgré les progrès très rapides de la technique de la soudure, le rivetage est encore utilisé dans une très large mesure, et même, pour l'instant, plus que la soudure. De plus, les laminoirs actuels sont équipés en vue de la fabrication des profils existants et l'aménagement d'installations nouvelles serait fort coûteux. Néanmoins, il est évident que cet état de choses ne saurait subsister à la longue, car la soudure élimine petit à petit les constructions rivées, grâce aux avantages connus qu'il est inutile d'énumérer ici. Le nombre des constructions soudées, exécutées à l'heure présente dans certains pays techniquement avancés, dépasse déjà celui des constructions rivées. D'autre part, les recherches et les expériences concernant les assemblages soudés sont actuellement plus avancées que celles concernant les assemblages rivés. Les progrès de la soudure elle-même sont très notables d'une année à l'autre. L'industrie des matériaux de construction en général, et les laminoirs en particulier, devront s'adapter à cet état de choses.

Les profils utilisés en construction rivée

Il faudrait donc introduire dans le commerce les profils les mieux adaptés aux exigences de la soudure. C'est le mode nouveau de leur assemblage qui appelle l'introduction de ces nouveaux profils. Pour exécuter des assemblages rivés, il faut qu'il y ait des surfaces planes pouvant recevoir facilement les têtes de rivets ainsi que les éléments de liaison. Les profils adaptés au rivetage devaient présenter de telles surfaces perpendiculaires à l'axe du rivet. Les dimensions de ces profils devaient être suffisantes pour servir d'appui aux rivets ainsi qu'à la riveteuse. Il s'ensuit que la distance entre l'endroit où le congé du profil finit et l'extrémité de la tête du rivet doit être d'au moins 3 ou 5 mm. De là est née l'utilisation sur une très large échelle de cornières, dont les deux ailes assurent la possibilité du placement de rivets dans deux directions. Il est vrai que les cornières flambent facilement;

mais leur facilité d'assemblage était un avantage tellement prépondérant qu'elles constituaient le principal profil des poutres en treillis, et même, dans le cas de petites poutres de ce genre, le seul profil utilisé. Il était facile d'attacher les cornières aux goussets ou de les assembler par deux ou par quatre, surtout en croix. Par contre, la difficulté du rivetage empêchait l'utilisation de profils en T, qui présentaient par ailleurs de grands avantages.

Les cornières jouaient également un autre rôle très important dans les assemblages rivés : le rôle de liaison. Il s'agissait avant tout d'assembler des éléments perpendiculaires entre eux; il était quasi impossible d'effectuer de tels assemblages sans cornières. On les utilisait toujours pour la fixation des solives aux poutres maîtresses, aux colonnes, etc. Si l'assemblage se faisait sous un angle non droit, on utilisait alors des cornières spéciales à 30°, 45°, 60°, ou même d'autres encore. De même, les cornières constituaient le principal élément d'assemblage utilisé pour les pieds et les têtes des colonnes. Dans ces deux cas, elles servaient d'élément de liaison; mais parfois, en plus de ce rôle, elles avaient également une fonction de résistance, comme par exemple dans les poutres composées. Dans ce cas, les cornières assemblant l'âme et les semelles transmettent également des tensions de flexion, mais néanmoins elles servent avant tout à l'assemblage même. Les tensions dues au moment fléchissant devaient y être inférieures aux tensions normalement admissibles.

D'autre part, la cornière présente également des inconvénients. Le principal est l'impossibilité d'un assemblage dans l'axe à l'aide des rivets. On sait que, dans le cas de l'utilisation d'une cornière comme élément d'une poutre en treillis, il se manifeste dans la cornière des tensions de flexion qui résultent de l'excentricité de l'assemblage. Dans ce cas, on ne peut tenir compte que d'une petite partie de la section totale pour le calcul à la traction. Ceci constitue la raison pour laquelle on utilise les cornières exclusivement dans des liaisons tout à fait secondaires.

Mais l'assemblage même, effectué à l'aide d'un



rivet, est excentrique, l'axe des rivets étant différent de l'axe central. Tout cela était toléré uniquement parce qu'il n'y avait pas moyen de faire autrement. La situation s'aggrave encore si la cornière est attachée au gousset au moyen d'autres petites cornières.

Les profils utilisés en construction soudée

Ces moments fléchissants n'apparaissent pas dans les assemblages soudés. Un profil en T peut être soudé à une tôle aussi facilement, et même plus facilement, qu'une cornière. L'assemblage dans l'axe peut être réalisé plus facilement avec un T que dans le cas de tout autre profil. La nécessité des éléments de liaison, indispensables dans le cas des assemblages rivés, disparaît. Il s'ensuit que la cornière perd de son importance parmi les profils laminés. Elle est remplacée dans une certaine mesure par le profil en T, profil quasi non utilisé jusqu'ici, ses deux demi-aires étant trop petites pour permettre le placement de rivets ou de boulons d'une certaine importance. Dans une construction soudée, par contre, le T présente des avantages. Tout d'abord, ce profil est symétrique par rapport à un axe et, par conséquent, les deux cordons de soudures latéraux qui le lient à la tôle sont égaux. Ensuite, le T est caractérisé par une rigidité semblable à celle d'une cornière dans une construction rivée. De même, les membrures, ainsi que les autres éléments des poutres en treillis, peuvent être exécutées à l'aide de profils en T d'une manière simple et facile. Comme la gamme des T fabriqués est fort restreinte et que, d'autre part, on ne les trouve dans les magasins qu'en quantité insuffisante, on est souvent obligé de fabriquer soi-même ce profil à l'aide d'une poutrelle I découpée en deux, ce qui coûte cher et, en plus, nécessite la rectification du profil découpé. Le laminage d'une gamme plus étendue de profils en T, adaptés aux besoins de la construction, devient une nécessité. Il faut tout d'abord que les moments d'inertie par rapport aux axes des x et des y soient égaux, ceci pour que la résistance au flambage du T utilisé comme élément d'une poutre en treillis soit la même dans toutes les directions. La soudure augmentera donc la demande en fers T et il faudra en laminier une gamme plus étendue que celle dont on dispose actuellement.

Les poutrelles en I et en U ont été créées pour servir de poutres travaillant à la flexion, dans lesquelles la matière doit être aussi éloignée que possible de l'axe neutre. On les utilisait presque toujours comme profils simples, non assemblés à d'autres profils, car les ailes peu larges ne se pré-

taient pas au rivetage. Pour la même raison on ne les utilisait pas dans les poutres en treillis. Les poutrelles à larges ailes, ne présentant pas ce défaut, constituaient une exception.

L'introduction de la technique de la soudure dans la construction laisse subsister l'application des I et des U et même l'augmente, car elle permet l'utilisation des poutres découpées et surélevées à l'aide d'une tôle soudée. Cependant, les besoins de la construction soudée n'auront pas d'influence sur la forme de ces profils.

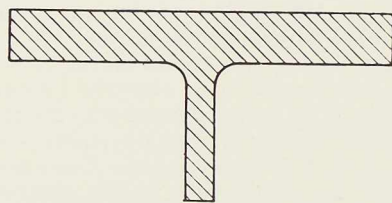
D'autres profils laminés peuvent être considérés, en ce qui concerne la construction, comme secondaire et sont rarement appliqués. Le développement de la soudure diminuera encore leur fabrication à l'aide des profils et de tôles disponibles. Par contre, l'usage des plats et des tôles augmentera. On en lamine déjà aujourd'hui une gamme assez étendue. On découpe les tôles lorsqu'il est nécessaire d'avoir des dimensions bien déterminées; ce pourra être, par exemple, le cas de l'âme d'une poutre composée; mais il n'en est pas de même en ce qui concerne les semelles de ces poutres. Les tôles ont en général des propriétés physiques et mécaniques inférieures à celles des aciers marchands. La demande en tôles dans les épaisseurs actuellement laminées ira en augmentant. D'autre part, on utilisera de plus en plus des épaisseurs plus fortes. On remarque cette tendance déjà actuellement dans divers types de constructions soudées et notamment dans les membrures des poutres en treillis, dans les semelles des poutres composées aussi bien que dans celles des poutres laminées, dans les pieds des colonnes, etc.

Profils nouveaux

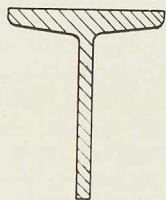
En plus de la nécessité d'augmenter la gamme des profils actuellement existants, dont il faudrait seulement modifier légèrement la forme, il devient nécessaire de laminier des profils, jusqu'ici non existants, de formes entièrement nouvelles. Ces profils se sont avérés nécessaires, surtout en ce qui concerne les poutres composées. Comme nous l'avons déjà dit plus haut, la différence entre ces poutres assemblées par rivetage ou assemblées par soudure consiste en ce que ces dernières ne contiennent pas de cornières, qui deviennent inutiles et empêchent même une bonne exécution. En effet, si on soude les cornières uniquement aux extrémités, elles n'assurent pas une bonne liaison, les cordons étant très excentriques par rapport aux cornières. D'autre part, l'exécution d'une soudure liant les cornières au bord de l'âme est relativement coûteuse et difficile. Par ailleurs, plusieurs difficultés



a) PROFILS OBTENUS PAR DÉCOUPAGE.

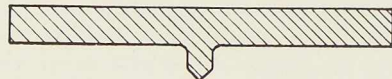


1/2 poutrelle à larges ailes.

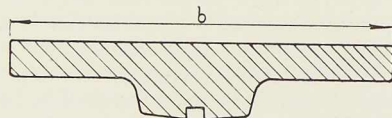


1/2 P.N.I.

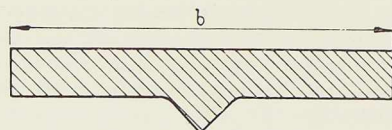
b) PROFILS NOUVEAUX.



Profil en T employé en Suède.



Nasenprofil ($b = 250$ à 600 mm).



Wulst-profil ou plat à bosse ($b = 200$ à 600 mm).

Fig. 598. Quelques profilés d'un usage courant en construction soudée.

s'opposent à l'exécution de poutres composées uniquement de tôles, notamment : le placement des tôles à angle droit avec la soudure, les déformations thermiques, ainsi que l'apparition des tensions relativement élevées dans les cordons de soudure (tensions de flexion et de cisaillement). On a été ainsi amené à rechercher un profil qui éviterait ces inconvénients.

En Allemagne, on lamine actuellement des profils spécialement adaptés à ces buts, comme par exemple les *Wulst-profil*s, ou les *Nasenprofil*s (fig. 598). Dans ce dernier type existe une cavité dans laquelle il est aisé de placer verticalement une tôle et de la souder de part et d'autre; le placement des divers éléments de la poutre composée est facilité et l'on évite les déformations transversales de la tôle. On lamine en Allemagne environ 5.000 tonnes de ces profils par an. Dans d'autres pays, on ne les fabrique pas encore et on ne sait pas dans quelle mesure leur laminage serait avantageux ⁽¹⁾.

Il est bon de souligner que, grâce à la soudure, on utilise également dans la construction des formes tubulaires qui s'obtiennent dans des matrices spéciales à froid ou à chaud, en partant de tôles. Par ci par là apparaît la tendance de laminier directement des formes tubulaires sous forme de profils dont les sections seraient des demi-circconférences. Deux profils assemblés donneraient un profil circulaire. Pour l'instant ils ne sont pas encore fabriqués, mais il est possible que c'est dans cette voie que s'orienteront les laminiers. Ajoutons encore que les tubes sans soudure sont relativement très chers.

En résumé, nous arrivons aux conclusions suivantes :

1° Par suite de la généralisation de la soudure, la demande en cornières diminuera dans une large mesure. Par contre, la demande en profils en I et U devrait légèrement augmenter;

2° La demande des profils en T augmentera très fortement. Leur forme devrait être telle que les moments d'inertie de la section par rapport aux deux axes principaux soient égaux;

3° L'application des tôles et aciers marchands augmentera surtout en ce qui concerne les épaisseurs plus élevées;

4° Des profils nouveaux, spécialement adaptés à la soudure, apparaissent. Pour l'instant, il ne s'agit que de profils pour poutres composées.

⁽¹⁾ Signalons qu'on lamine couramment en Belgique des plats à bosse spécialement étudiés pour la construction des poutres soudées. (N. D. L. R.)



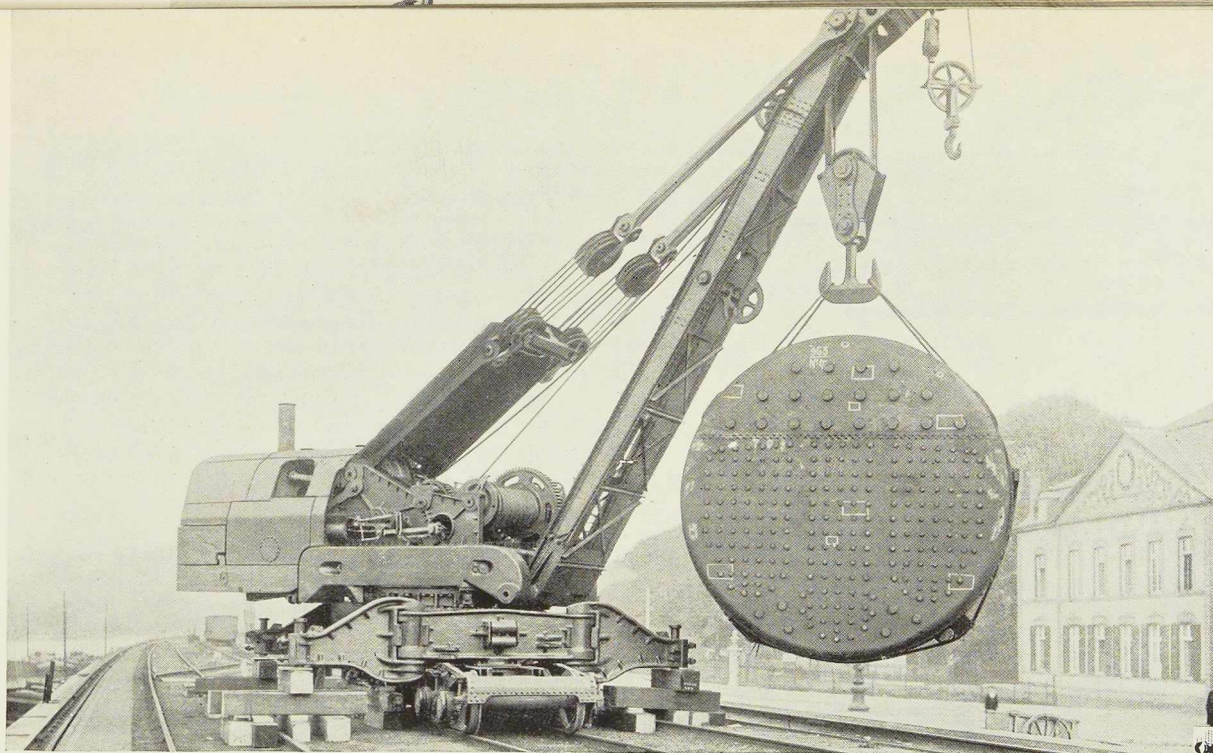


Fig. 599. Vue d'ensemble de la grue système Cockerill de 160 tonnes.

Exemple de calcul d'un système hyperstatique plan soumis à la flexion et à la torsion

par A. Vandeghen, A.I.Lg. et E. Dorlet, A.I.Br.,
Ingénieurs à la Société Cockerill

Introduction

Le calcul des cadres accolés ou superposés, chargés dans leur plan, est aujourd'hui classique. De nombreux auteurs ont consacré à cette question des études importantes, dans lesquelles sont établies les formules convenant à la plupart des cas courants.

Au contraire, le calcul des systèmes hyperstatiques de cadres chargés perpendiculairement à leur plan, n'a pas été développé, car ce cas de sollicitation ne se rencontre que rarement.

Ayant eu l'occasion de traiter une question de ce genre, nous croyons intéressant d'exposer ci-dessous la méthode suivie. Le lecteur pourra y trouver d'utiles indications pour la résolution de problèmes analogues.

Le cas étudié dans la présente note s'est présenté à l'occasion du dimensionnement de la pièce maîtresse d'un engin tout à fait exceptionnel. Il

s'agissait du calcul du châssis (fig. 600) d'une grue de chemin de fer système Cockerill, à vapeur, automotrice, capable de lever 130 tonnes en service normal et 160 tonnes en surcharge.

Il était absolument indispensable de pousser très loin la recherche de la robustesse et de la légèreté, et il y avait lieu, par conséquent, de déterminer les sollicitations aussi exactement que possible.

Les figures 599 et 601 représentent la grue, laquelle constitue l'engin de cette catégorie le plus puissant du monde; le lecteur se convaincra aisément qu'il s'agit d'une machine extrêmement importante.

Données du problème

Le système hyperstatique étudié est symétrique (fig. 604). Il se compose de 2 cadres accolés, avec encastrement à tous les sommets et aux pieds,

N° 9 - 1937



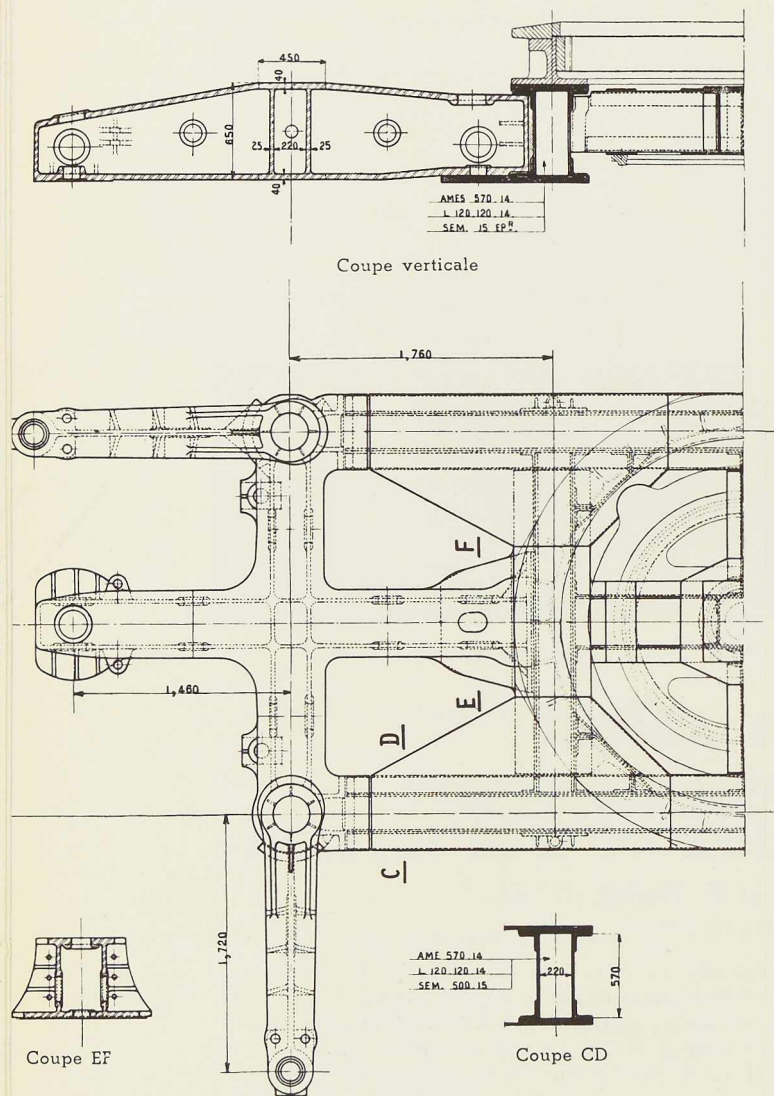
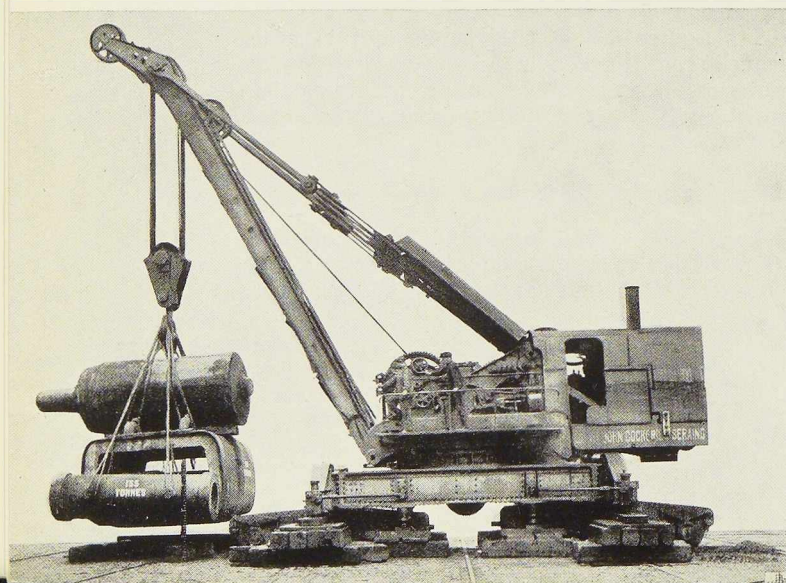


Fig. 600. Détails du châssis.



munis de prolongements aux extrémités desquels agissent les charges, perpendiculairement au plan du système.

Trois cas de sollicitation sont à examiner : ils sont repérés A, B, C dans la figure 602.

En réalité, le châssis de la grue n'est jamais sollicité comme indiqué en C, mais il est facile de voir que la superposition des cas B et C fournit la solution pour le cas D, lequel se présente effectivement lorsque la grue est en service. Or, l'étude du cas C est plus simple que celle du cas D, parce que le premier comporte une sollicitation symétrique du système : c'est ce qui en justifie l'emploi.

Méthode de calcul

Nous avons pris pour inconnues les moments et efforts agissant dans les sections des poutres CO et DO adjacentes au nœud O. En écrivant les conditions géométriques imposées par la continuité des déformations des diverses poutres en O, on obtient des équations en nombre égal à celui des inconnues. Ce calcul diffère des calculs classiques des systèmes fléchis dans leur plan par l'intervention des moments et angles de torsion.

Nous examinerons rapidement, *in fine*, la question des paramètres caractéristiques des sections des poutres, intervenant dans le calcul des déformations et fatigues par torsion.

Nous croyons nécessaire de signaler que si le nombre des inconnues, dans le cas général, est de 6, 3 d'entre elles sont nulles, comme on peut le voir soit, *a priori*, par un raisonnement basé sur la symétrie du système, soit en effectuant complètement les calculs. Pour alléger l'exposé, nous les écartons d'emblée; l'étude des déformations nous permet alors d'écrire 3 équations indépendantes, dans lesquelles figurent les 3 inconnues conservées.

Le nombre des inconnues est plus élevé lorsque les pieds des cadres ne sont pas complètement encastres. Par exemple, au cours de l'étude, nous avons envisagé les liaisons suivantes en A :

- Encastrement transmettant la flexion, mais pas la torsion;
- Encastrement transmettant la torsion, mais pas la flexion;
- Articulation complète;
- Ainsi que tous les cas précédents, mais avec une liaison permettant le déplacement axial de la poutre *a*.

Le nombre d'inconnues augmente alors de 1, 2 ou 3 unités, les inconnues supplémentaires représentant respectivement la rotation de la section en A par torsion, par flexion, et son déplacement axial. Le nombre d'équations augmente parallèlement, l'équation supplémentaire ou les

Fig. 601. Vue de la grue en charge.

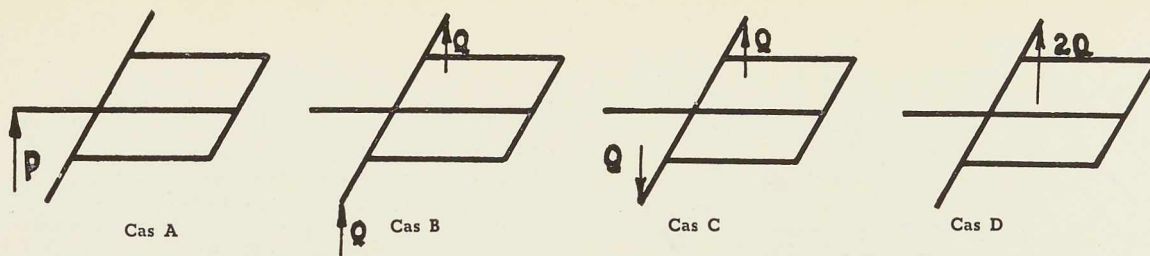


Fig. 602. Les différents cas de sollicitation.

équations supplémentaires étant obtenues en écrivant que, en A, le moment de torsion, le moment de flexion et l'effort axial sont nuls.

Comme la présente note n'a d'autre but que de montrer la méthode à suivre pour traiter le problème des cadres chargés perpendiculairement à leur plan, il ne nous paraît pas utile de l'alourdir par l'exposé des calculs correspondant à ces différents cas. Nous nous bornerons donc à étudier le système de cadres de la figure 604, en supposant que les pieds sont complètement encastres.

Nous représentons les moments et les rotations par un vecteur orienté de façon que, pour un observateur situé le long du vecteur, la tête dans le sens positif et regardant tourner à ses pieds le moment et la rotation, ceux-ci aient le sens des aiguilles d'une montre (fig. 603).

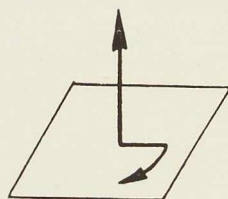


Fig. 603

Etude du cas A

La figure 605 indique la signification des notations adoptées pour les efforts T, U, Z, et les moments K, M, N, agissant dans les sections des poutres CO et DO adjacentes au nœud O.

Comme dit plus haut, 3 de ces quantités sont nulles, ainsi qu'on peut le voir *a priori*. Il s'agit des efforts T et U et du moment M. L'équilibre du nœud O détermine immédiatement les valeurs des sollicitations dans la section de la poutre OA adjacente à ce nœud :

$$\text{Efforts : } \begin{aligned} X &= -P - 2Z. \\ Y &= 0. \end{aligned}$$

$$\text{Moments : } \begin{aligned} J &= 0. \\ L &= -Pe + 2K. \end{aligned}$$

Si l'on considère un tronçon coudé BCO, les sollicitations à l'encastrement du pied se déterminent immédiatement; il en est de même pour la poutre centrale AO (fig. 606).

Pour déterminer les 3 inconnues Z, K, N, nous disposons de 3 équations obtenues en écrivant que :

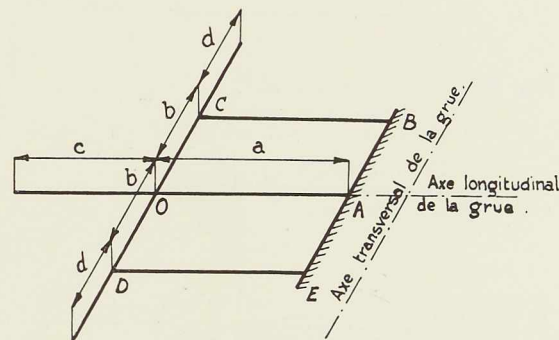


Fig. 604. Schéma du système étudié.

1° La rotation du nœud O autour d'un axe parallèle à l'axe longitudinal de la grue est nulle;

2° La rotation du nœud O autour d'un axe parallèle à l'axe transversal de la grue est la même lorsqu'on la calcule à partir des pieds des cadres en cheminant dans la poutre coudée BCO ou dans la poutre centrale AO;

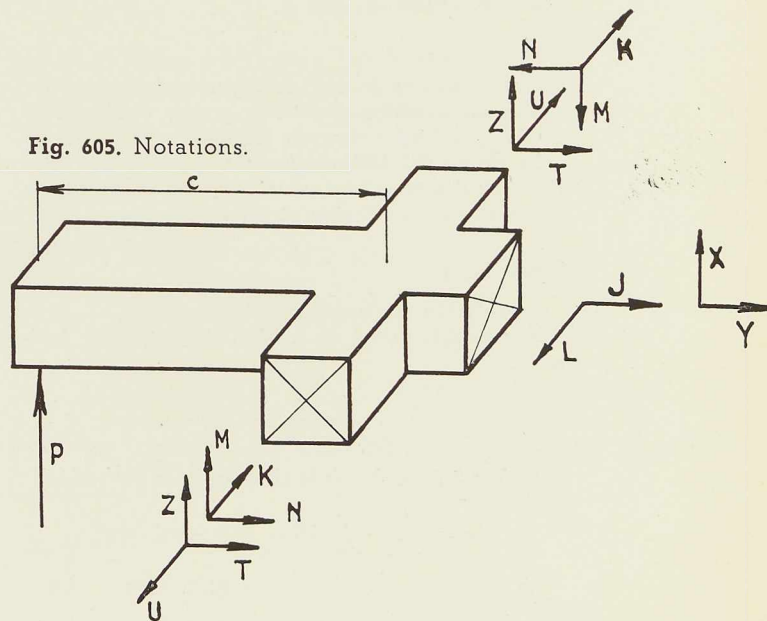


Fig. 605. Notations.



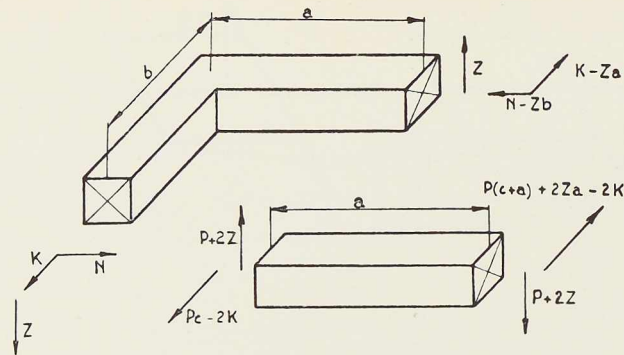


Fig. 606. Etude du cas A.

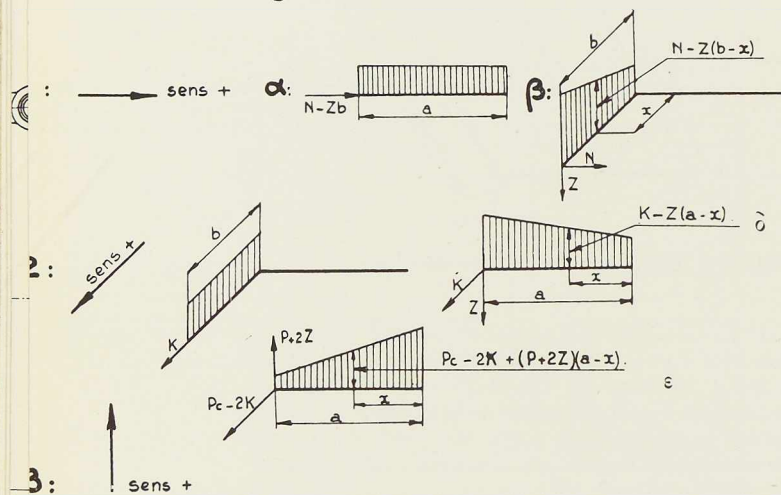


Fig. 607. Etude du cas A.

3° Le déplacement vertical du nœud O est le même lorsqu'on le calcule à partir des pieds des cadres en cheminant dans la poutre coudée BCO ou dans la poutre centrale AO.

La figure 607 indique les sens positifs des rotations et déformations, ainsi que les diagrammes des moments de flexion et torsion.

Equation 1

La rotation envisagée se compose de :

α , rotation due à la torsion de la poutre latérale BC :

$$\alpha = \frac{1}{GI_{oa}} \cdot (N - Zb) \cdot a$$

Et β , rotation due à la flexion de la poutre CO :

$$\beta = \frac{1}{EI_b} \cdot \int_0^b [N - Z(b-x)] \cdot dx$$

La somme de ces 2 termes est nulle :

$$\alpha + \beta = 0$$

Equation 2

La rotation envisagée se compose :
Dans la poutre coudée BCO, de :
 γ , rotation due à la torsion de CO :

$$\gamma = \frac{1}{GI_{ob}} \cdot K \cdot b$$

Et δ , rotation due à la flexion de BC :

$$\delta = \frac{1}{EI_a} \int_0^a [K - Z(a-x)] \cdot dx$$

Dans la poutre centrale AO, de :

ε , rotation due à la flexion :

$$\varepsilon = \frac{1}{EI_a'} \cdot \int_0^a [Pc - 2K + (P + 2Z)(a-x)] \cdot dx$$

La somme des termes γ et δ est égale au terme ε :

$$\gamma + \delta = \varepsilon$$

Equation 3

Le déplacement envisagé se compose :

Dans la poutre coudée BCO, de :

l , déplacement dû à la torsion de BC (voir 1a) :

$$l = \frac{1}{GI_{oa}} \cdot (N - Zb) \cdot a \cdot b$$

m , déplacement dû à la flexion de BC (voir 2d) :

$$m = \frac{1}{EI_a} \cdot \int_0^a [K - Z(a-x)] \cdot (a-x) \cdot dx$$

n , déplacement dû à la flexion de CO (voir 1b) :

$$n = \frac{1}{EI_b} \cdot \int_0^b [N - Z(b-x)] \cdot (b-x) \cdot dx$$

Dans la poutre centrale AO, de :

p , déplacement dû à la flexion (voir 2e) :

$$p = \frac{1}{EI_a'} \cdot \int_0^a [Pc - 2K + (P + 2Z)(a-x)] \cdot (a-x) \cdot dx$$

La somme des termes l , m et n est égale au terme p :

$$l + m + n = p$$

Etude du cas B

Le calcul étant conduit d'après les mêmes principes que celui du cas A, nous en condons l'exposé :

— Equilibre du nœud O (fig. 605) :

$$\text{Efforts : } X = -2Z$$

$$Y = 0$$

$$\text{Moments : } J = 0$$

$$L = 2K$$

— Equilibre de la poutre coudée BCO : voir fig. 608.



— Equilibre de la poutre centrale AO : voir fig. 608.

Equation 1

Rotation nulle.

$$\alpha = \frac{1}{GI_{oa}} \cdot (N - Zb - Qd) \cdot a.$$

$$\beta = \frac{1}{EI_b} \cdot \int_0^b [N - Z(b-x)] \cdot dx \quad (\text{Voir cas A 1}\beta).$$

$$\alpha + \beta = 0.$$

Equation 2

Rotations égales pour les 2 chemins.

$$\gamma = \frac{1}{GI_{ob}} \cdot K \cdot b.$$

$$\delta = \frac{1}{EI_a} \cdot \int_0^a [K - (Z - Q)(a-x)] \cdot dx$$

$$\varepsilon = \frac{1}{EI_a} \cdot \int_0^a [-2K + 2Z(a-x)] \cdot dx$$

$$\gamma + \delta = \varepsilon.$$

Equation 3

Déplacements égaux pour les 2 chemins.

$$l = \frac{1}{GI_{oa}} \cdot (N - Zb - Qd) \cdot a \cdot b \quad (\text{Voir cas B 1}\alpha).$$

$$m = \frac{1}{EI_a} \cdot \int_0^a [K - (Z - Q)(a-x)] \cdot (a-x) \cdot dx \quad (\text{Voir cas B 2}\delta).$$

$$n = \frac{1}{EI_b} \cdot \int_0^b [N - Z(b-x)] \cdot (b-x) \cdot dx \quad (\text{Voir cas B 1}\beta).$$

$$p = \frac{1}{EI_a} \cdot \int_0^a [-2K + 2Z(a-x)] \cdot (a-x) \cdot dx \quad (\text{Voir cas B 2}\varepsilon).$$

$$l + m + n = p.$$

Etude du cas C

— Equilibre du nœud O (fig. 609):

Efforts : $X = 0.$
 $Y = 0.$

Moments : $J = 2N.$
 $L = 0.$

— Equilibre de la poutre coudée BCO : comme pour le cas B :

— Equilibre de la poutre centrale AO : voir fig. 609.

Equation 1

Rotation nulle, autour d'un axe parallèle à l'axe transversal de la grue.

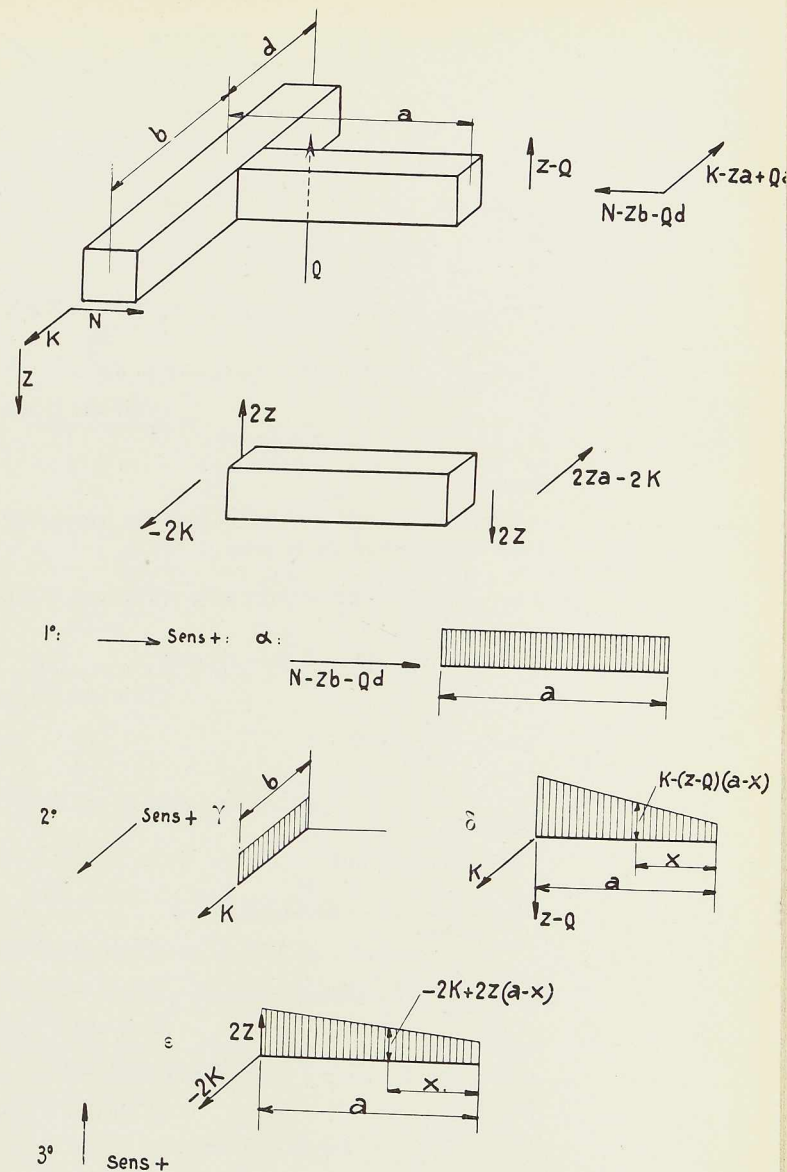


Fig. 608. Etude du cas B.

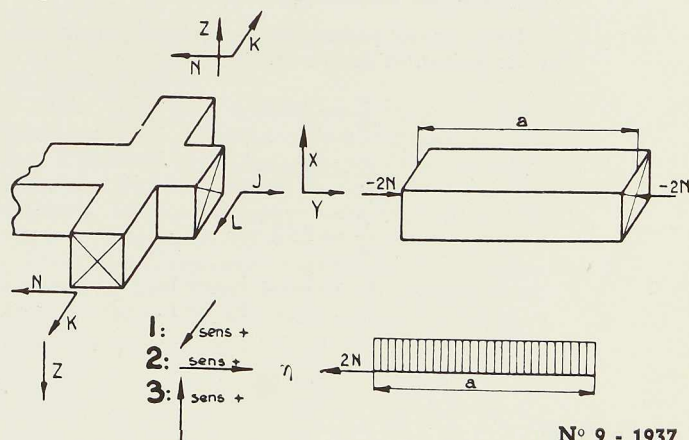


Fig. 609. Etude du cas C.

N° 9 - 1937



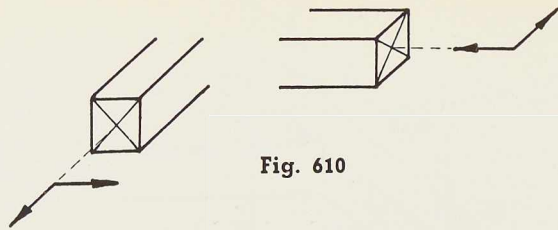


Fig. 610

$$\gamma = \frac{1}{GI_{ob}} \cdot K \cdot b \quad (\text{Voir cas B } 2\gamma).$$

$$\delta = \frac{1}{EI_a} \cdot \int_0^a [K - (Z - Q)(a - x)] \cdot dx \quad (\text{Voir cas B } 2\delta).$$

$$\gamma + \delta = 0.$$

Equation 2

Rotations égales pour les 2 chemins, autour de l'axe longitudinal de la grue.

$$\alpha = \frac{1}{GI_{oa}} \cdot (N - Zb - Qd) \cdot a \quad (\text{Voir cas B } 1\alpha).$$

$$\beta = \frac{1}{EI_b} \cdot \int_0^b [N - Z(b - x)] \cdot dx \quad (\text{Voir cas B } 1\beta).$$

$$\eta = -\frac{1}{GI'_{oa}} \cdot 2N \cdot a$$

$$\alpha + \beta = \eta.$$

Equation 3

Déplacement nul.

$$l = \frac{1}{GI_{oa}} \cdot (N - Zb - Qd) \cdot a \cdot b \quad (\text{Voir cas B } 3l).$$

$$m = \frac{1}{EI_a} \cdot \int_0^a [K - (Z - Q)(a - x)] \cdot (a - x) \cdot dx \quad (\text{Voir cas B } 3m).$$

$$n = \frac{1}{EI_b} \cdot \int_0^b [N - Z(b - x)] \cdot (b - x) \cdot dx \quad (\text{Voir cas B } 3n).$$

$$l + m + n = 0.$$

Application numérique

Dans le cas particulier caractérisé par les valeurs suivantes des paramètres :

$$\frac{a}{b} = 2,72$$

$$\frac{c}{b} = 2,28$$

$$\frac{d}{b} = 2,72$$

$$I_{oa} = I_{ob} = I'_{oa} = I_o$$

$$I_a = I_b = I'_a = I.$$

$$\frac{EI}{GI_o} = 7,$$

on trouve pour les inconnues les valeurs suivantes :

$$\text{Cas A } Z = -P \cdot 0,641 \quad N = -Pb \cdot 0,625 \quad K = Pb \cdot 0,184.$$

$$\text{Cas B } Z = Q \cdot 0,219 \quad N = Qb \cdot 2,797 \quad K = -Qb \cdot 0,084.$$

$$\text{Cas C } Z = -Q \cdot 1,612 \quad N = Qb \cdot 0,349 \quad K = -Qb \cdot 0,995.$$

A l'aide de ces valeurs, il est aisé de construire les diagrammes des moments de flexion et de torsion dans les diverses sections. Les sens positifs de ces moments sont choisis comme indiqué dans la figure 610.

En superposant les cas B et C, on trouve la solution convenant au cas D.

Il est commode de représenter en perspective les diagrammes des moments (fig. 613). Les chiffres indiqués sous-entendent respectivement les facteurs Pb pour A, Qb pour B, C. et D.

Note sur les paramètres intervenant dans la torsion

Les poutres adoptées possèdent des sections en caisson, à l'exclusion des sections ouvertes n'offrant à la torsion qu'une résistance insuffisante.

L'étude de la torsion d'une poutre en caisson pose des problèmes très intéressants.

On ne connaît de solution aux équations aux dérivées partielles du problème que pour un nombre limité de sections.

Heureusement, divers auteurs ont fait ressortir l'analogie de ces équations et de celles qui déterminent la déformation d'une membrane sous tension uniforme t , attachée au contour de la section et soumise à une pression $p = 2 \cdot t \cdot G \cdot \alpha$ (α est l'angle de torsion par unité de longueur); ou de celles régissant un écoulement à 2 dimensions, à tourbillon constant, à l'intérieur de la section.

Il existe encore d'autres analogies relatives aux équations aux dérivées partielles de la torsion; mais elles n'offrent pas d'intérêt pour notre cas.

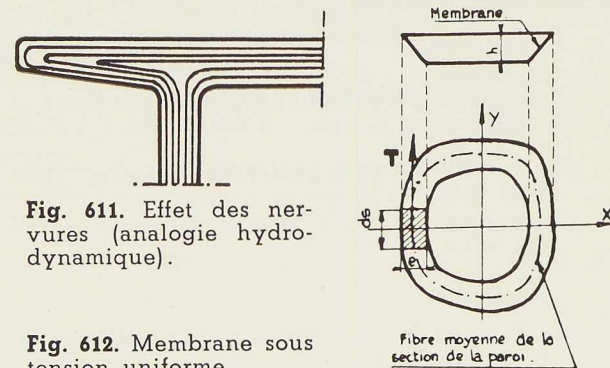


Fig. 611. Effet des nervures (analogie hydrodynamique).

Fig. 612. Membrane sous tension uniforme.

Fibre moyenne de la section de la paroi.



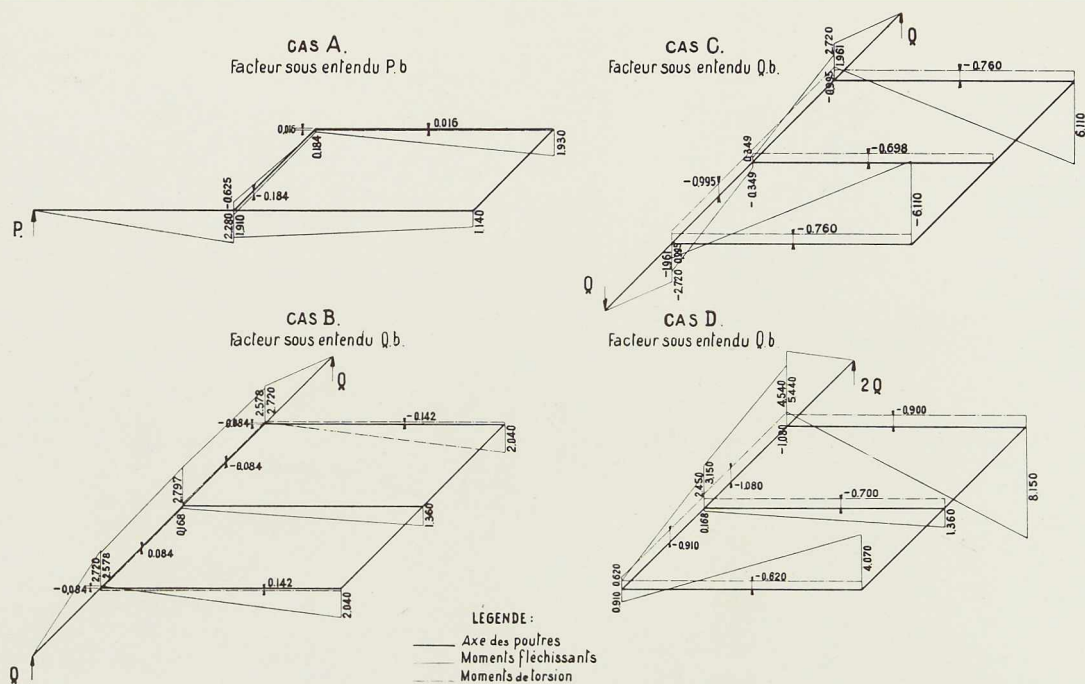


Fig. 613. Diagramme des moments dans les quatre cas étudiés.

Celles signalées ci-dessus permettent de résoudre le problème avec une très bonne approximation pour le caisson à parois minces.

Comme il s'agit, dans ce cas, d'une section multiplement connexe, les niveaux des contours extérieur et intérieur, sur lesquels serait tendue la membrane, seraient différents. On peut alors assimiler la section de la membrane à un segment de droite (fig. 612). La fatigue par torsion étant proportionnelle à la pente de la membrane vaut $T = \frac{h}{e}$.

On établit aisément la valeur du moment :

$$M = \int \int \left(T \frac{dy}{ds} \cdot x - T \frac{dx}{ds} \cdot y \right) dx dy$$

De $T = \frac{h}{e}$ et $\int \int dx dy = e ds$, on déduit

par une première intégration portant sur l'élément de surface ombré,

$$M = h \int (x dy - y dx),$$

l'intégrale étant prise le long de la fibre moyenne de la paroi. D'où immédiatement $M = 2 A h$, A étant l'aire limitée par la fibre moyenne.

$$D'où \quad T = \frac{M}{2 A e}$$

D'autre part, on établit la relation

$$\int T ds = A \cdot 2 G \cdot \alpha$$

l'intégrale étant encore prise le long de la fibre moyenne de la paroi.

On en déduit :

$$\alpha = \frac{M}{G} \cdot \frac{\int \frac{ds}{e}}{4 A^2}$$

ce dernier terme joue le rôle de $\frac{1}{I_0}$ de la théorie élémentaire.

Enfin, dans une section présentant des nervures saillantes, l'analogie hydrodynamique conduit à négliger l'effet des nervures dans lesquelles se produisent, comme on le voit aisément, des courants voisins de sens contraires, dont les effets se détruisent (fig. 611).

Un excellent exposé d'ensemble de ces questions relatives à la torsion est contenu dans : TIMOSHENKO, *Théorie de l'Elasticité*, chap. IX, (Béranger, édit.).

A. V. et E. D.





Fig. 614. Habilement éclairée, la Tour en fer construite par l'ingénieur Eiffel en 1889, dont certains motifs décoratifs ont été heureusement simplifiés, reste une des merveilles de l'Exposition de Paris 1937.

Poutres Vierendeel en porte-à-faux

APPLICATION DE LA MÉTHODE DE CALCUL PAR OUVERTURE DES MAILLES PAR SECTIONNEMENT D'UNE DES MEMBRURES

3^{me} Mémoire

par **Louis Baes**,

Ingénieur (I.C.M.),
Professeur à l'Université de Bruxelles

Le présent mémoire ⁽¹⁾ est une application à des cas particulièrement simples de la méthode qui a fait l'objet de deux mémoires publiés précédemment dans L'OSSATURE MÉTALLIQUE ⁽²⁾.

Les considérations qui suivent s'appliquent évidemment aux poutres en consoles, aux flèches de grues, aux pylones, etc.

Aucun nouveau principe n'est mis en jeu, mais il apparaît important de considérer spécialement les effets des conditions d'attache du porte-à-faux.

On n'étudie ci-après que les *cas normaux*, c'est-à-dire ceux qui satisfont aux conditions suivantes :

Les deux brides ou membrures de la poutre sont symétriques et ont le même moment d'inertie; les charges ne sont appliquées qu'aux centres des nœuds, et même en fait dans l'axe des montants ou des entretoises; les conditions d'attache du porte-à-faux sont telles qu'elles n'introduisent aucun effet analogue à une flexion propre du montant ou entretoise d'extrémité, autre que celle due à la liaison éventuelle avec les membrures.

Propriété fondamentale

Dans les conditions énoncées, que les montants soient de section identique ou non, que les panneaux aient tous la même largeur ou non, les

points d'inflexion sont à *mi-longueur* dans tous les montants ou entretoises.

Ce fait résulte de la théorie établie précédemment, toutefois il était intéressant de le contrôler expérimentalement.

On a réalisé à cet effet des modèles pour essais photo-élastiques, présentant pour une même poutre ou un même pylône, des largeurs de panneaux, des sections de montants, des rayons de congés, très différents d'un panneau à l'autre et des conditions d'attache du porte-à-faux très différentes d'un modèle à l'autre.

Les figures 619, 620, 621, 622 d'une part et 623, 624, 625, 626 d'autre part, font bien apparaître la propriété énoncée, les petits traits blancs indiquent le niveau du point d'inflexion dans les montants ⁽¹⁾.

Equations relatives aux panneaux courants

La méthode présentée dans les deux mémoires cités s'applique sans restriction aux cas envisagés ici, toutefois les formules XV et XIX du premier mémoire sont à généraliser pour couvrir le cas où les panneaux n'ont pas tous la même largeur et où les montants n'ont pas tous le même moment d'inertie, circonstances qui peuvent parfaitement se présenter, notamment pour certains pylones ou certaines ossatures de bâtiments.

Les conventions de signe étant celles fixées dans le mémoire d'octobre 1936 et les notations étant rappelées dans les figures 615 et 616 *a*, les formules relatives aux panneaux courants prennent les formes suivantes :

⁽¹⁾ Ont collaboré à la mise au point de ce mémoire les ingénieurs : MM. J. M. Pappaert et M. Ronsse pour les calculs, MM. L. Blanjean et F. Temmerman pour les essais photo-élastiques.

⁽²⁾ La Poutre Vierendeel, généralisation de la méthode de calcul par ouverture des mailles par sectionnement d'une des membrures, L'OSSATURE MÉTALLIQUE n° 10, octobre 1936, pp. 447-477.

La Poutre Vierendeel, application de la méthode de calcul par ouverture des mailles par sectionnement d'une des membrures aux longerons du nouveau pont du Val-Benoît à Liège. L'OSSATURE MÉTALLIQUE n° 3, mars 1937, pp. 126-152.

⁽¹⁾ Pour la discussion des aspects photo-élastiques aux abords des points d'inflexion, s'en référer aux mémoires d'octobre 1936 et de mars 1937.

N° 9 - 1937



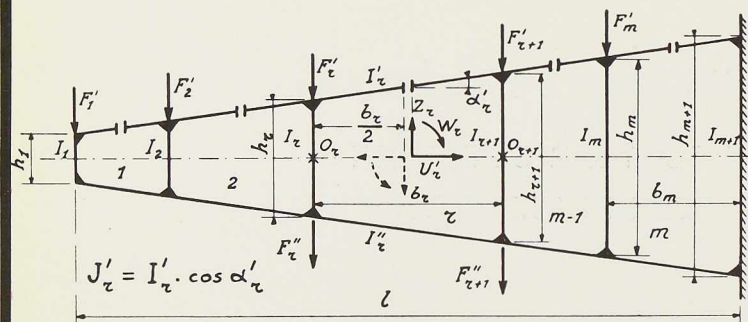


Fig. 615

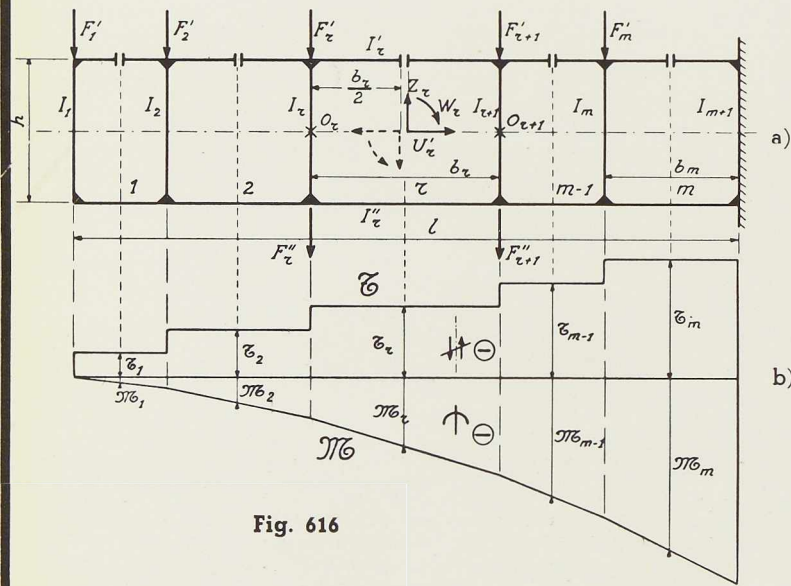


Fig. 616

Poutre de hauteur non constante, à deux brides identiques :

Pour le panneau r : (Fig. 615)

$$-U'_{r-1} + \left\{ 1 + \frac{I_r}{I_{r+1}} \left(\frac{h_{r+1}}{h_r} \right)^3 + \frac{3}{2} \frac{b_r I_r}{h_r J'_r} \left(\frac{h_{r+1}}{h_r} + 1 \right)^2 \left[1 + \frac{1}{3} \left(\frac{h_{r+1} - h_r}{h_{r+1} + h_r} \right)^2 \right] \right\} U'_r \quad (I_1)$$

$$- \frac{I_r}{I_{r+1}} \left(\frac{h_{r+1}}{h_r} \right)^3 U'_{r+1} = \frac{3}{2} \frac{b_r I_r}{h_r J'_r} \left(\frac{h_{r+1}}{h_r} + 1 \right)^2 \frac{\mathcal{M}_{Gr}}{\left(\frac{h_{r+1} + h_r}{2} \right)}$$

$$W_r = \frac{1}{2} \mathcal{M}_r \quad (I_2)$$

$$Z_r = \frac{1}{2} \mathcal{C}_r \quad (I_3)$$

On sait que

$$\mathcal{M}_{Gr} = \mathcal{M}_r + \frac{1}{6} \frac{h_{r+1} - h_r}{h_{r+1} + h_r} b_r \mathcal{C}_r$$

Poutre de hauteur h constante, à deux brides identiques :

Pour le panneau r : (Fig. 616 a)

$$-U'_{r-1} + \left[1 + \frac{I_r}{I_{r+1}} + 6 \frac{b_r I_r}{h I'_r} \right] U'_r - \frac{I_r}{I_{r+1}} U'_{r+1} = 6 \frac{b_r I_r}{h I'_r} \frac{\mathcal{M}_r}{h} \quad (II_1)$$

$$W_r = \frac{1}{2} \mathcal{M}_r \quad (II_2)$$

$$Z_r = \frac{1}{2} \mathcal{C}_r \quad (II_3)$$

Equations relatives au dernier panneau vers l'attache et éventuellement à l'avant-dernier panneau

Pour plusieurs des cas d'attache considérés la sollicitation du m^e panneau est immédiatement connue, dans ce cas cette dernière maille n'est pas à ouvrir. Dès lors on fixera de suite la sollicitation de cette maille et il ne sera question d'appliquer les équations spéciales de la poutre type Vierendeel qu'aux autres panneaux qui, eux, ont tous leurs angles rigides.

Pour le dernier panneau à quatre angles rigides (le m^e , ou $(m-1)^e$ si le m^e n'est pas dans ce cas), les équations du type I_2 et I_3 ou II_2 et II_3 restent inchangées, tandis que l'équation du type I_1 ou II_1 doit être modifiée par la valeur appropriée, connue d'avance, du dernier U' (U'_{m+1} ou U'_m).

Voici d'ailleurs la discussion des six cas considérés (fig. 617).

1^{er} cas : La poutre est liée au massif d'attache par une rotule B et une butée à dilatation A et les extrémités des deux brides sont réunies par un montant rigidement assemblé aux brides

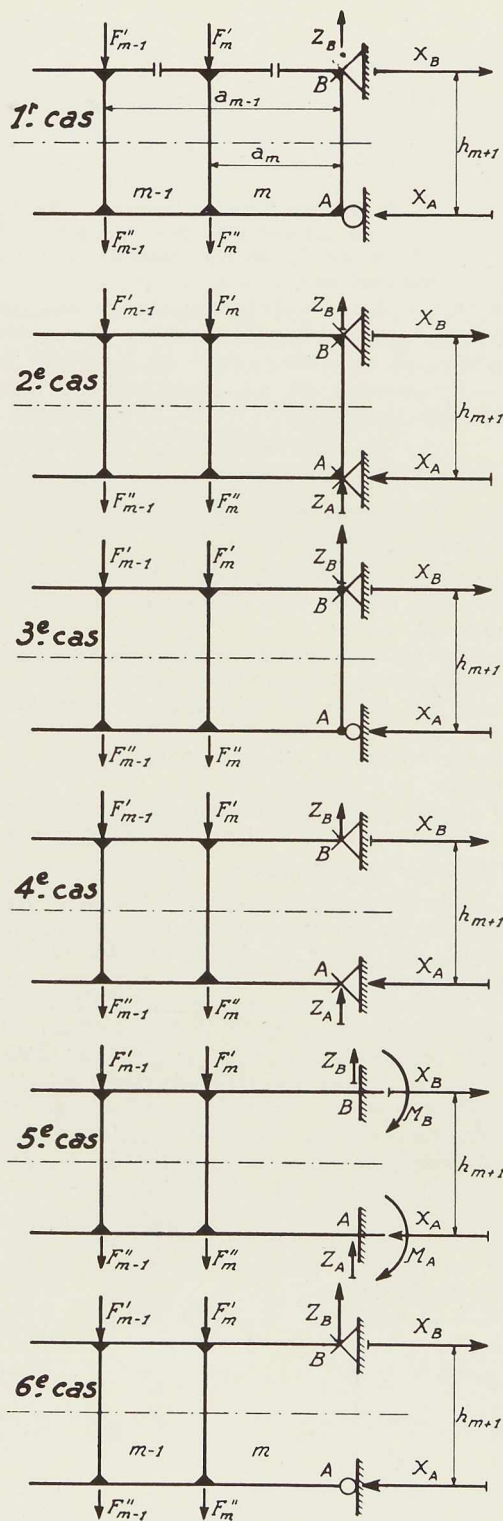
Ces attaches créent les réactions

$$Z_A = 0 \quad Z_B = \Sigma(F' + F'') \quad X_A = X_B = \frac{\Sigma(F' + F'')a}{h_{m+1}}$$

Le m^e panneau a ses quatre angles rigides, il faut donc y appliquer comme aux autres les équations spéciales.

La dernière entretoise ou le dernier montant,





tout en étant fléchi, est sollicité par un effort longitudinal égal à $\frac{1}{2} \Sigma (F' + F'')$.

Dans l'équation aux U' correspondante au m^e panneau il faut remplacer U'_{m+1} par $(-X_B)$, cette équation devient donc :

POUR LA POUTRE DE HAUTEUR NON UNIFORME :

$$\begin{aligned}
 -U'_{m-1} + & \left\{ 1 + \frac{I_m}{I_{m+1}} \left(\frac{h_{m+1}}{h_m} \right)^3 \right. \\
 & \left. + \frac{3}{2} \frac{b_m I_m}{h_m J'_m} \left(\frac{h_{m+1}}{h_m} + 1 \right)^2 \left[1 + \frac{1}{3} \left(\frac{h_{m+1} - h_m}{h_{m+1} + h_m} \right)^2 \right] \right\} U'_m \\
 & - \frac{I_m}{I_{m+1}} \left(\frac{h_{m+1}}{h_m} \right)^3 (-X_B) \\
 = & \frac{3}{2} \frac{b_m I_m}{h_m J'_m} \left(\frac{h_{m+1}}{h_m} + 1 \right)^2 \left[\frac{\partial \mathcal{N}_m + \frac{1}{6} \frac{h_{m+1} - h_m}{h_{m+1} + h_m} b_m \cdot \mathcal{C}_m}{\left(\frac{h_{m+1} + h_m}{2} \right)} \right] \quad (III)
 \end{aligned}$$

POUR LA POUTRE DE HAUTEUR CONSTANTE :

$$\begin{aligned}
 -U'_{m-1} + & \left[1 + \frac{I_m}{I_{m+1}} + 6 \frac{b_m}{h} \frac{I_m}{I'_m} \right] U'_m \\
 & - \frac{I_m}{I_{m+1}} (-X_B) \\
 = & 6 \frac{b_m}{h} \frac{I_m}{I'_m} \frac{\partial \mathcal{N}_m}{h} \quad (IV)
 \end{aligned}$$

2^e cas : La poutre est liée au massif d'attache par deux rotules A et B réunies par un montant rigidement assemblé aux brides

Ce cas est très fréquent, il constituerait le cas normal d'un pylône que l'on viendrait attacher par des boulons d'ancrage à une fondation faite d'avance. Les figures photo-élastiques 620, 624 et 625 y correspondent.

Le m^e panneau a ses quatre angles rigides. Le cas est le même que le précédent sauf que

$$Z_A = Z_B = \frac{1}{2} \Sigma (F' + F'')$$

et que la dernière entretoise n'est soumise ni à traction ni à compression longitudinale, tout en étant fléchie.

Fig. 617. Les six cas d'attaches considérés.



3^e cas : La poutre est liée au massif d'attache par une rotule B et une butée à dilatation A, mais le dernier montant ($m + 1$) est articulé aux brides (cas rare)

Les X_A , X_B , Z_A et Z_B ont les valeurs du premier cas.

Le m^e panneau est immédiatement connu, d'ailleurs le dernier montant n'est pas sollicité par flexion, il n'y a que deux angles rigides. Dans ce cas il n'y a donc que ($m - 1$) panneaux Vierendeel. L'équation aux U' du ($m - 1$)^e panneau garde la forme générale, mais il faut remplacer U'_m par $-X_B$.

4^e cas : La poutre est liée au massif d'attache par deux rotules A et B, le dernier montant n'existe pas

Les figures photo-élastiques 619 et 623 correspondent à ce cas.

On peut considérer que la sollicitation du m^e panneau est immédiatement connue. Les X_A , X_B , Z_A et Z_B ont les valeurs qu'elles ont dans le deuxième cas. Il n'y a donc à considérer que ($m - 1$) panneaux à quatre angles rigides.

Le cas est à ce point de vue le même que le précédent : dans l'équation aux U' du ($m - 1$)^e panneau, on posera $U'_m = -X_B$.

5^e cas : La poutre est liée au massif d'attache par l'encastrement parfait de ses deux brides

Ce cas est fréquent. Les figures photo-élastiques 621, 622 et 626 y correspondent. Le m^e panneau comme les autres a ses quatre angles rigides.

Pas plus que M_A et M_B ni en principe Z_A et Z_B , X_A et X_B ne sont calculables par la seule statique.

Les équations du type I_2 et I_3 ou II_2 et II_3 s'appliquent sans changement au m^e panneau.

Quant à l'équation aux U' du m^e panneau elle ne contient pas de U'_{m+1} , car il faut faire dans l'équation générale I_1 ou II_1 , $I_{m+1} = \infty$.

Cette dernière équation aux U' prend donc la forme :

POUTRE DE HAUTEUR NON CONSTANTE :

$$\begin{aligned}
 & -U'_{m-1} + \left\{ 1 + \frac{3}{2} \frac{b_m}{h_m} \frac{I_m}{J'_m} \left(\frac{h_{m+1}}{h_m} + 1 \right)^2 \left[1 + \frac{1}{3} \left(\frac{h_{m+1} - h_m}{h_{m+1} + h_m} \right)^2 \right] \right\} U'_m \\
 & = \frac{3}{2} \frac{b_m}{h_m} \frac{I_m}{J'_m} \left(\frac{h_{m+1}}{h_m} + 1 \right)^2 \left[\frac{\mathfrak{N}_m + \frac{1}{6} \frac{h_{m+1} - h_m}{h_{m+1} + h_m} b_m \cdot \mathfrak{G}_m}{\left(\frac{h_{m+1} + h_m}{2} \right)} \right] \quad (V)
 \end{aligned}$$

POUTRE DE HAUTEUR CONSTANTE :

$$\begin{aligned}
 & -U'_{m-1} + \left[1 + 6 \frac{b_m}{h} \frac{I_m}{I'_m} \right] U'_m \\
 & = 6 \frac{b_m}{h} \frac{I_m}{I'_m} \frac{\mathfrak{N}_m}{h} \quad (VI)
 \end{aligned}$$

6^e cas : La poutre est liée au massif d'attache par une articulation B et un appui à dilatation A, et ne possède pas de montant $m + 1$

Z_A , Z_B , X_A et X_B ont les valeurs du premier cas. Le m^e panneau est statiquement connu.

La dernière équation aux U' est donc celle du ($m - 1$)^e panneau, elle a la forme générale, mais dans laquelle on fera

$$\begin{aligned}
 U'_m & = -X_B \\
 & * \\
 & **
 \end{aligned}$$

Signe à attribuer à X_B dans les équations aux U' dans lesquelles il intervient :

Dans les équations précédentes le signe de X_B a été porté négatif. Cela correspond aux cas des figures 615 et 616a.

En fait ce signe correspond aux figures, mais d'une manière plus générale le signe est + ou - suivant que le X_B est en réalité de même sens ou de sens inverse à celui que dans la théorie générale on aurait attribué au U' que ce X_B remplace.

D'ailleurs pour l'application des formules on ne perdra pas de vue le signe des \mathfrak{N}_r et des \mathfrak{G}_r .

Remarque importante :

Dans le cas d'un porte-à-faux en treillis du type isostatique ou réputé tel au point de vue interne, lorsque l'on change les circonstances de fixation externes des éléments du dernier panneau, seuls sont influencés par ce changement les éléments de ce dernier panneau.

Dans le cas d'un porte-à-faux ou d'un pylône Vierendeel, comme les éléments fondamentaux du calcul sont les variables hyperstatiques U' , si l'on change les conditions de fixation externes du dernier panneau, en principe tous les éléments de la construction sont influencés.

Cela est d'ailleurs évident. Cependant il va de soi que cette influence s'atténue à mesure que l'on considère un panneau plus éloigné du panneau de fixation.



PREMIÈRE APPLICATION

Etude d'un pylône de largeur décroissante depuis l'attache vers l'extrémité du porte-à-faux, les deux montants ou brides du pylône étant identiques

Le pylône est sollicité au niveau de chacune de ses entretoises par des forces horizontales placées dans l'axe des entretoises.

Les dispositions générales des entretoises correspondent aux schéma du pylône présentés par la figure 618, les moments d'inertie des diverses pièces sont entre eux dans les rapports indiqués au tableau joint à la figure 618, les montants étant identiques.

On considère trois circonstances différentes d'attache du pylône à sa fondation :

Figure 618a : les pieds sont articulés à la fondation au centre des nœuds A et B et le pylône présente au pied une entretoise rigidement assemblée aux montants (2^e cas de la figure 617);

Figure 618b : les pieds A et B sont articulés à la fondation en des points situés sur

l'alignement de l'axe des montants, mais le pylône ne présente pas d'entretoise de pied (4^e cas de la figure 617);

Figure 618c : les pieds du pylône sont encastrés dans la fondation (5^e cas de la figure 617).

Les figures 619, 620, 621, 622 montrent quelques aspects photo-élastiques de modèles de ce pylône, dans les trois hypothèses d'attache. Ces photographies correspondent à des cas où une seule charge est appliquée au pylône.

Elles font apparaître que pour les trois modes d'attache considérés et quel que soit la traverse au niveau de laquelle il y a une force F, les entretoises présentent toutes un point d'inflexion au milieu de leur longueur.

Pour la discussion de l'aspect caractéristique des abords des points d'inflexion, tant dans les

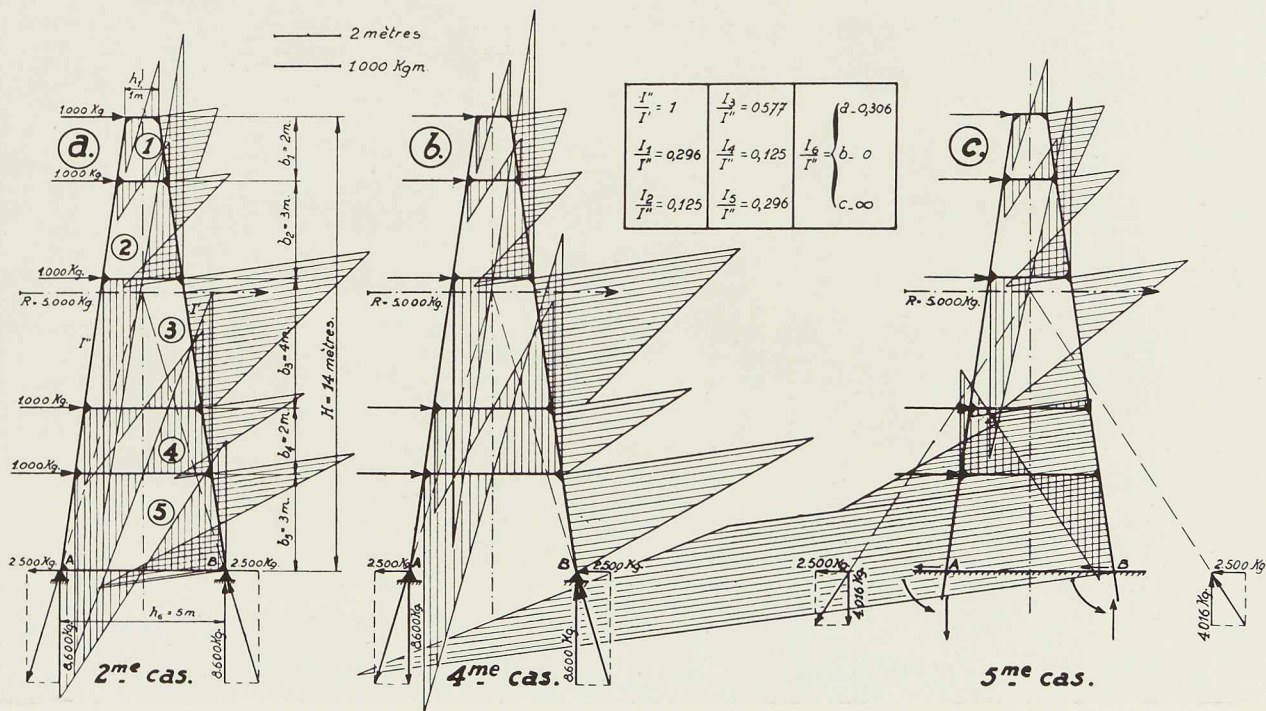


Fig. 618. Pylône de largeur décroissante à brides identiques.



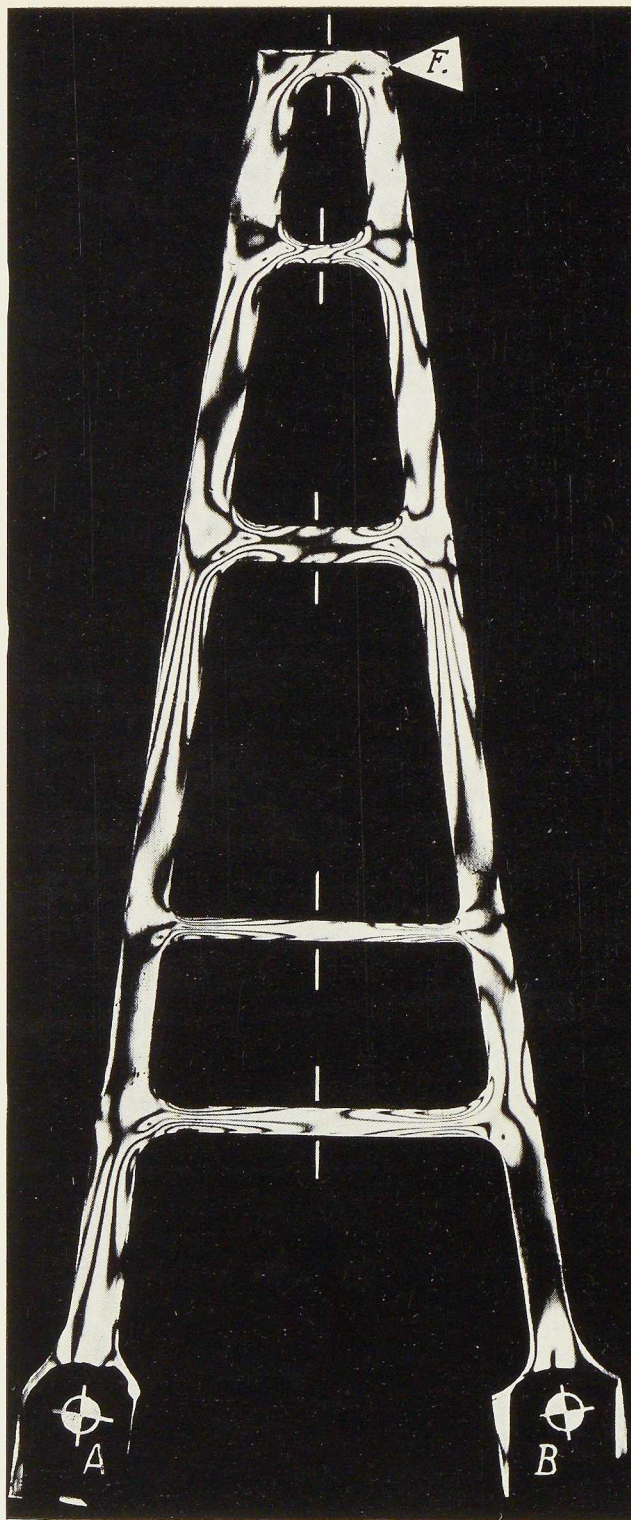


Fig. 619

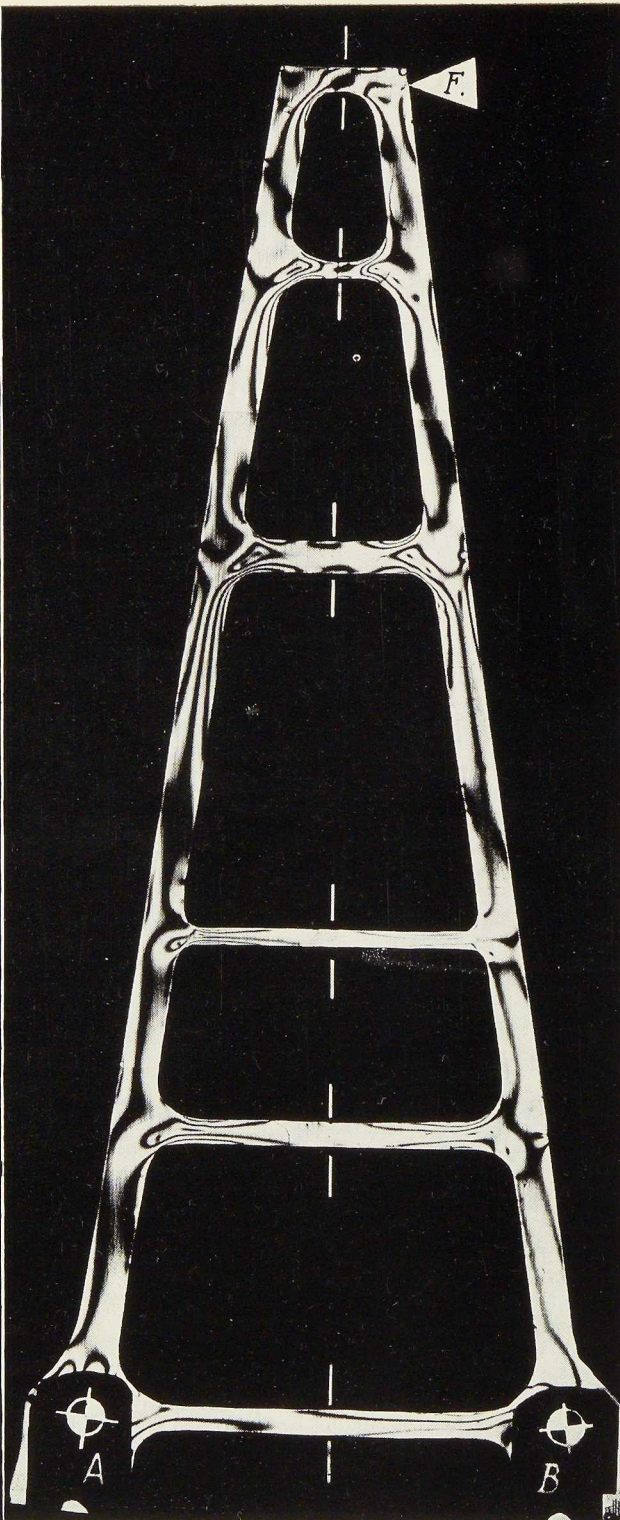


Fig. 620

Fig. 619 et 620. Aspects photo-élastiques d'un pylône à pieds articulés en A et B sollicité par une force horizontale F. (Les petits traits blancs indiquent la position des points d'inflexion dans les entretoises.)

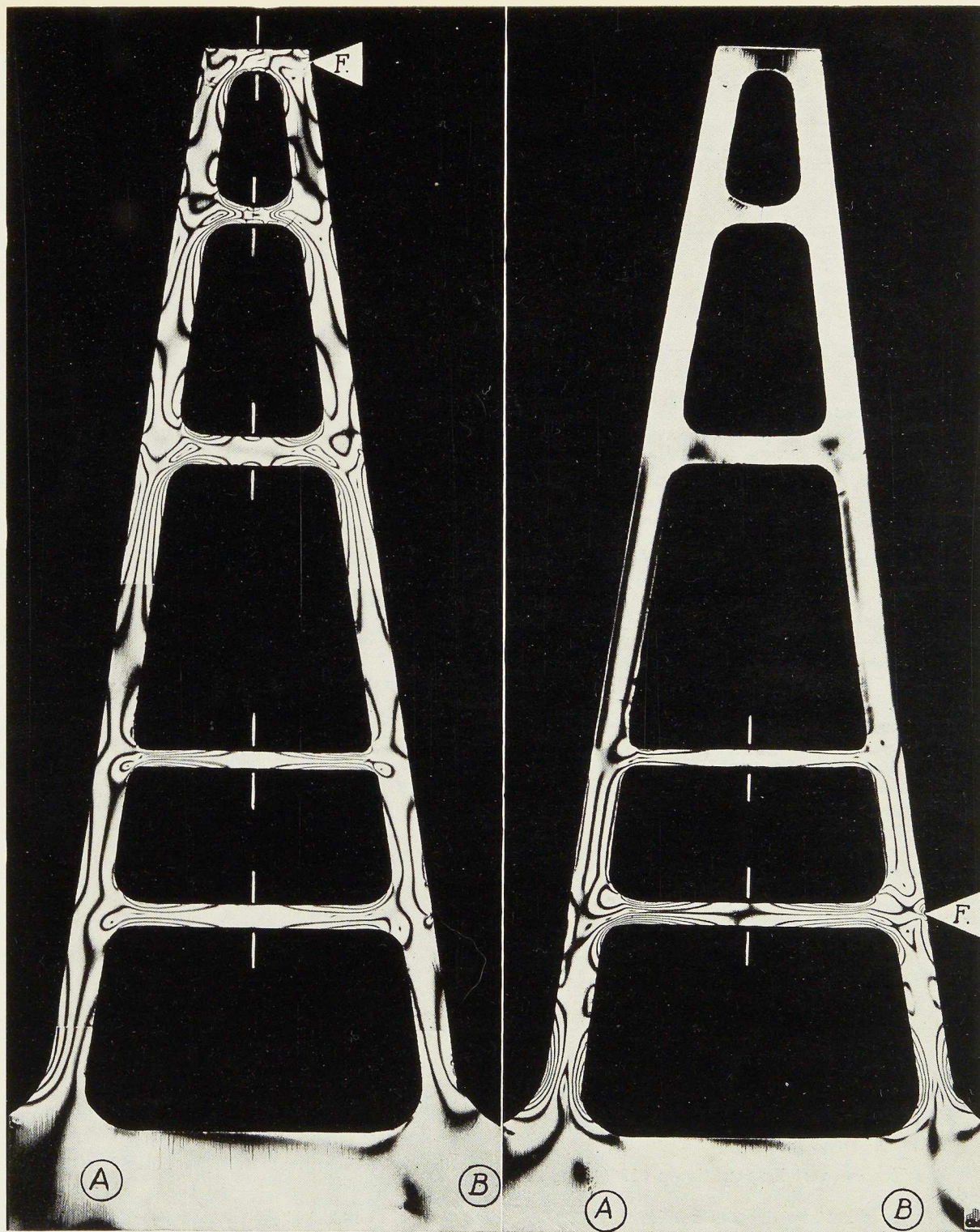


Fig. 621

Fig. 622

Fig. 621 et 622. Aspects photo-élastiques d'un pylône à pieds encastrés, sollicité par une force horizontale F. (On remarque par la figure 622 que le quatrième panneau est encore sensiblement sollicité lorsque la force F agit au niveau de la cinquième entretoise.)

entretoises que dans les montants, voir le mémoire d'octobre 1936.

Les pylônes étudiés présentent cinq panneaux.

Dans les cas *a* et *c* le cinquième panneau a ses quatre angles rigides, tandis que dans le cas *b* il n'a que deux angles rigides.

Dans les cas *a* et *c* il faut donc appliquer les équations des poutres du type Vierendeel à chacun des cinq panneaux, tandis que dans le cas *b*, il ne faut les appliquer qu'aux quatre panneaux supérieurs et non au cinquième.

Question de signes. — Pour bien préciser les signes, on convient par exemple pour rendre le système isostatique, d'ouvrir les mailles ayant leurs quatre angles rigides au milieu de la membrure de droite, ce qui correspond au schéma rendu isostatique de la figure 615.

Mais dans l'exemple traité, les charges extérieures étant dirigées de gauche à droite, la membrure de gauche, qui reste non sectionnée, subit dans le pylône rendu isostatique une courbure dont la concavité est dirigée du côté de la membrure sectionnée; la membrure de gauche subit donc des moments fléchissants isostatiques \mathcal{M}_r positifs.

D'ailleurs les efforts tranchants isostatiques \mathcal{T}_r sont également positifs dans ce cas (voir conventions de signes, mémoire d'octobre 1936, page 446).

La situation pour le signe des \mathcal{M}_r et \mathcal{T}_r est donc inverse de celle des figures 615 et 616b.

D'autre part les \mathbf{W}_r , \mathbf{Z}_r et \mathbf{U}'_r seront comme précédemment positifs s'ils correspondent aux sens présentés dans le panneau *r* de la figure 615.

Dans ces conditions, voici les étapes principales des calculs numériques de toutes les inconnues hyperstatiques de ces pylônes :

Efforts tranchants isostatiques ou externes \mathcal{T}_r :

$$\begin{aligned} \mathcal{T}_1 &= + 1.000 \text{ kg}, & \mathcal{T}_2 &= + 2.000 \text{ kg}, \\ \mathcal{T}_3 &= + 3.000 \text{ kg}, & \mathcal{T}_4 &= + 4.000 \text{ kg}, \\ \mathcal{T}_5 &= + 5.000 \text{ kg}. \end{aligned}$$

Moments fléchissants isostatiques ou externes \mathcal{M}_r :

$$\begin{aligned} \mathcal{M}_1 &= + 1.000 \text{ kgm}, & \mathcal{M}_2 &= + 5.000 \text{ kgm}, \\ \mathcal{M}_3 &= + 14.000 \text{ kgm}, & \mathcal{M}_4 &= + 24.000 \text{ kgm}, \\ \mathcal{M}_5 &= + 35.000 \text{ kgm}. \end{aligned}$$

Pour les cas *a* et *b* : voir figure 617 (4° cas et 2° cas) :

Réactions horizontales des rotules A et B :

$$Z_A = Z_B = \frac{\Sigma F}{2} = 2.500 \text{ kg}$$

Réactions verticales des rotules A et B :

$$X_A = X_B = \frac{\Sigma (F \times a)}{h} = 8.600 \text{ kg}.$$

Le X_B étant dans les trois cas dirigé vers le haut, a le sens qu'aurait le \mathbf{U}' du panneau $m + 1$ pour les cas *a* et *c*, m pour le cas *b*; donc, d'après ce qui précède, pour les cas *a* et *c* dans la cinquième équation aux \mathbf{U}' , il faut remplacer \mathbf{U}'_5 par $+ X_B$, et dans le cas *b*, \mathbf{U}'_5 par $+ X_B$.

Les équations de ce pylône Vierendeel sont donc, après calcul des coefficients des termes qui les constituent :

Equations du type I_2 :

$$\begin{aligned} \mathbf{W}_1 &= \frac{1}{2} \mathcal{M}_1 = + 500 \text{ kgm}, \\ \mathbf{W}_2 &= \frac{1}{2} \mathcal{M}_2 = + 2.500 \text{ kgm}, \\ \mathbf{W}_3 &= \frac{1}{2} \mathcal{M}_3 = + 7.000 \text{ kgm}, \\ \mathbf{W}_4 &= \frac{1}{2} \mathcal{M}_4 = + 12.000 \text{ kgm}. \end{aligned}$$

N'existe que pour les cas *a* et *c* :

$$\mathbf{W}_5 = \frac{1}{2} \mathcal{M}_5 = + 17.750 \text{ kgm}.$$

Equations du type I_3 :

$$\begin{aligned} \mathbf{Z}_1 &= \frac{1}{2} \mathcal{T}_1 = + 500 \text{ kg}, \\ \mathbf{Z}_2 &= \frac{1}{2} \mathcal{T}_2 = + 1.000 \text{ kg}, \\ \mathbf{Z}_3 &= \frac{1}{2} \mathcal{T}_3 = + 1.500 \text{ kg}, \\ \mathbf{Z}_4 &= \frac{1}{2} \mathcal{T}_4 = + 2.000 \text{ kg}. \end{aligned}$$

N'existe que pour les cas *a* et *c* :

$$\mathbf{Z}_5 = \frac{1}{2} \mathcal{T}_5 = + 2.500 \text{ kg}.$$

Equations aux \mathbf{U}' : (type I_1)

Ecrites en fonction de la tonne et du mètre, les calculs étant faits à la règle.

Pour les trois cas, les trois premières équations sont les mêmes :

$$\begin{aligned} 16,230 \mathbf{U}'_1 - 9,200 \mathbf{U}'_2 &= 4,960 \\ - \mathbf{U}'_1 + 3,572 \mathbf{U}'_2 - 0,1947 \mathbf{U}'_3 &= 6,107 \\ - \mathbf{U}'_2 + 24,646 \mathbf{U}'_3 - 14,724 \mathbf{U}'_4 &= 42,258 \end{aligned}$$



La quatrième équation est :

Pour les cas *a* et *c* :

$$- U'_3 + 2,154 U'_4 - 0,658 U'_5 = 3,092$$

Pour le cas *b* (4^e cas de la figure 617), il faut faire : $U'_5 = + X_B$

donc

$$- U'_3 + 2,154 U'_4 - 0,658 \times 8,6 = 3,092$$

La cinquième équation est :

Pour le cas *a* (2^e cas de la figure 617), il faut faire :

$$U'_6 = + X_B$$

donc

$$- U'_4 + 4,290 U'_5 - 1,701 \times 8,6 = 12,380 ;$$

Pour le cas *b*, il n'y a pas de cinquième équations aux U' ;

Pour le cas *c* (5^e cas de la figure 617), il faut faire $I_6 = \infty$

donc

$$- U'_4 + 4,290 U'_5 = 12,380 .$$

La résolution des équations aux U' donne les résultats du tableau I (calculs faits à la règle et exprimés en tonnes).

Le problème est ainsi résolu, il n'y a plus qu'à appliquer des formules de pure statique (voir mémoire de mars 1937, pages 134 et 135) pour connaître la sollicitation complète de chaque pièce.

Il est intéressant, en particulier, de montrer les

TABLEAU I

	Cas <i>a</i>	Cas <i>b</i>	Cas <i>c</i>
U'_{11}	1,724	1,731	1,689
U'_{22}	2,501	2,514	2,439
U'_{33}	5,671	5,874	4,712
U'_{44}	6,452	6,792	4,851
U'_{55}	7,798	—	4,016

diagrammes des moments fléchissants sollicitant chaque pièce. La figure 618 donne les diagrammes des moments fléchissants subis par les entretoises et par la membrure de droite du pylône. Le diagramme de la membrure de gauche est identique à celui de la membrure de droite et n'a pas été tracé, pour ne pas encombrer la figure. Les ordonnées des diagrammes sont portées du côté où le moment fléchissant produit de la traction.

Conclusion de cette étude

Les charges sollicitantes étant fixes, l'application de la méthode est *élémentaire*.

Il apparaît que pour les trois panneaux du bas l'influence des conditions d'attache est considérable et que dans une application ces conditions doivent donc être bien précisées et discutées.

Il apparaît également que dans de nombreux cas il n'y a pas de point d'inflexion dans tous les tronçons de membrures et qu'une méthode de calcul qui se baserait sur l'existence de tels points dans des positions invariables, et d'ailleurs sommairement choisies, serait complètement inexacte.

DEUXIÈME APPLICATION

Pile de 85 mètres du viaduc de Kinzua (E.-U.)

A titre de confrontation, on a appliqué la méthode au calcul d'une des piles de 85 m de hauteur, à 5 panneaux du viaduc de Kinzua construit aux Etats-Unis. Cet ouvrage est souvent pris comme élément de comparaison.

Les montants étant considérés comme encastres au pied dans le massif de fondation, on retrouve à quelques % près, par un calcul à la règle, les chiffres obtenus par les auteurs américains (1). Il nous semble cependant qu'il y aurait

plutôt lieu de considérer les pieds comme articulés et dans ce cas les résultats seraient appréciablement différents dans les deux panneaux du bas, de ceux obtenus en considérant les pieds encastres.

(1) C. R. GRIMM, *The Kinzua Viaduct of the Erie Railroad Company*, Transaction of A.S.C.E., vol. XLVI, 1901; J. B. JOHNSON, C. W. BRYAN, F. E. TURNEAURE, *Modern Framed Structures*, 1926, p. 353; Dana Young, *Analysis of Vierendeel Trusses*, Proceedings of American Society of Civil Engineers, August 1936, p. 839.



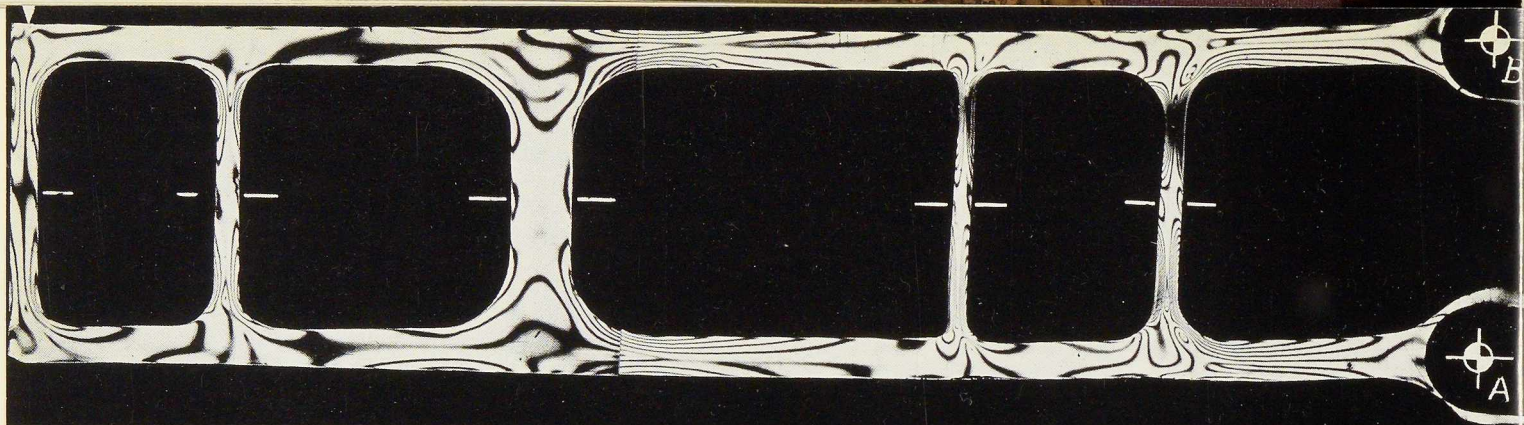


Fig. 623

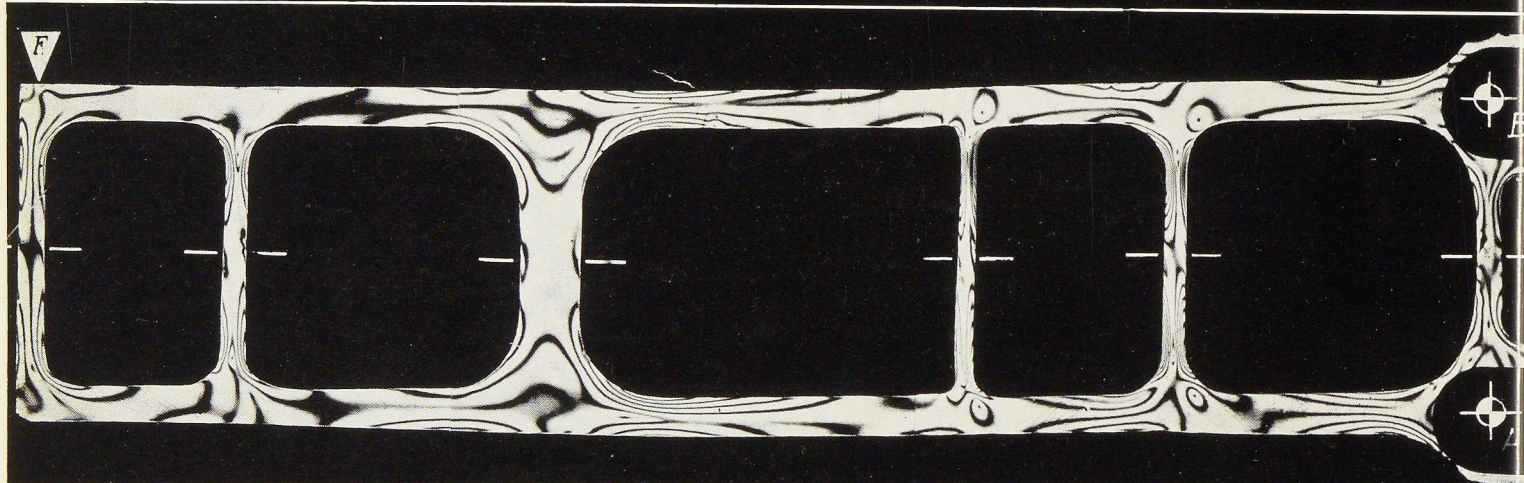


Fig. 624

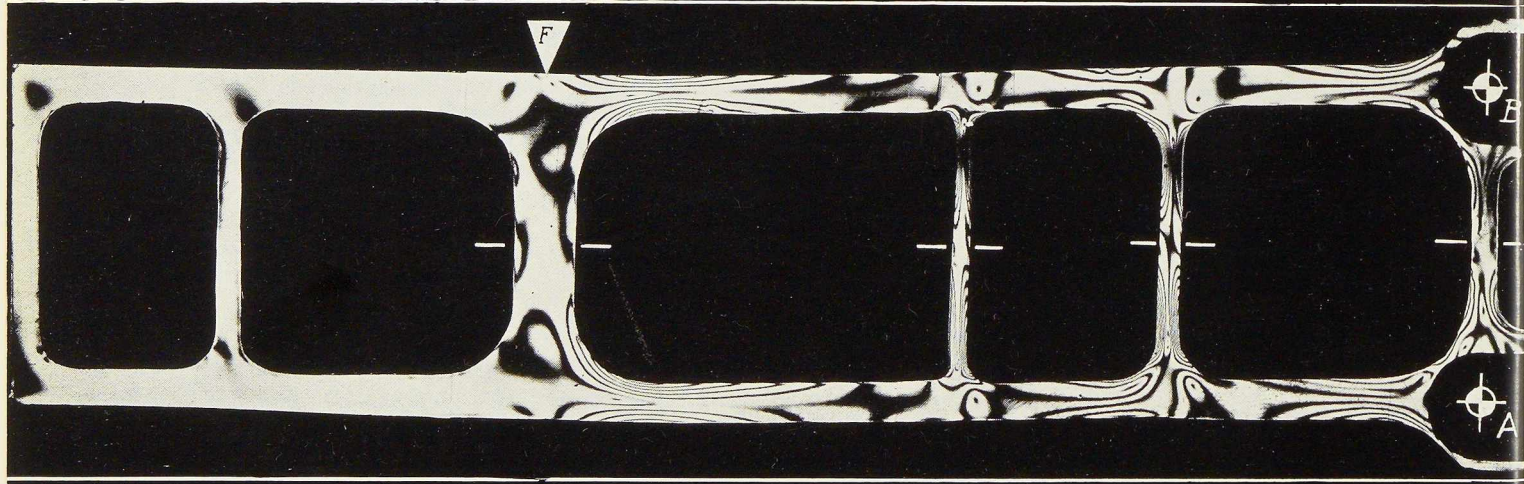


Fig. 625

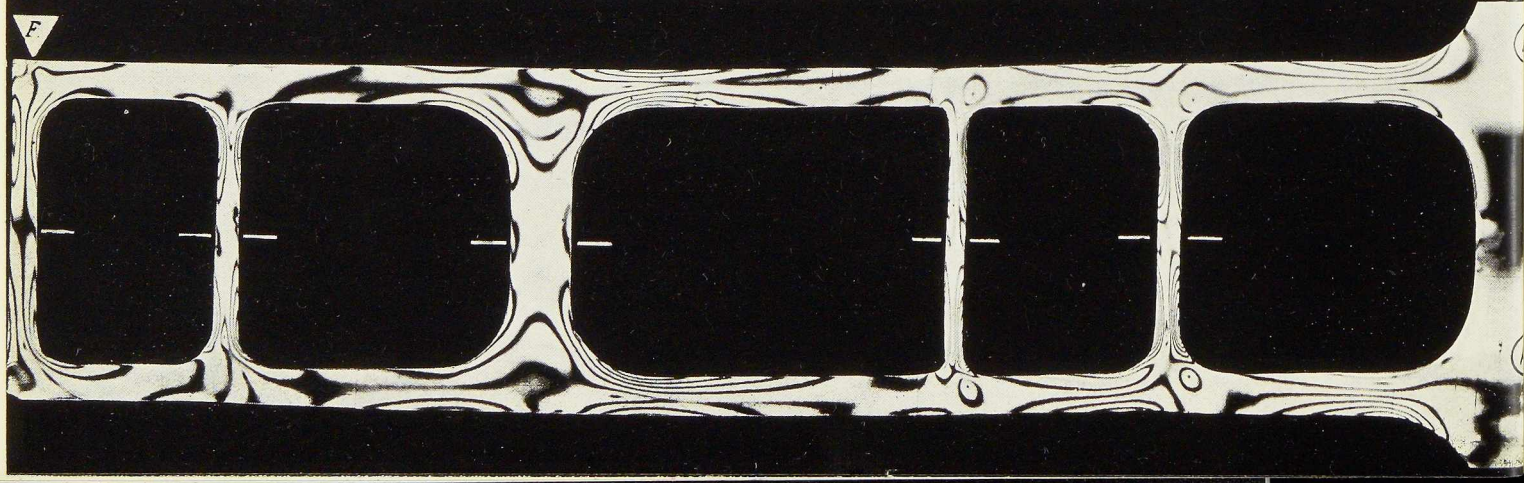


Fig. 626

TROISIÈME APPLICATION

Poutre en porte à faux de hauteur constante conforme aux schémas des figures 616a et 627a ou 627b

Fig. 623

Cet exemple est choisi intentionnellement avec des panneaux de largeurs très différentes et des montants de raideurs très différentes, mais les deux membrures sont identiques.

Les figures 623, 624, 625, 626 présentent des photographies d'essais photo-élastiques de petits modèles de la poutre dans trois conditions d'attache différentes :

Figure 623 : attache du type du 4^e cas de la figure 617, deux articulations et pas de montant arrière;

Figures 624 et 625 : attache du type du 2^e cas de la figure 617, deux articulations et existence du montant arrière assemblé rigidement aux membrures;

Fig. 624

Figure 626 : attache du type du 5^e cas de la figure 617, deux encastremets.

On voit par ces figures que si les charges F sont appliquées dans l'axe de l'un ou l'autre montant, dans tous les cas les montants présentent un point d'inflexion à mi-hauteur.

Le calcul est fait en supposant que la poutre est rendue isostatique en ouvrant les mailles par sectionnement de la membrure supérieure (figure 616a).

Les notations sont celles de cette figure.

La figure 616b montre que si les charges sont dirigées de haut en bas les \mathcal{M}_r et \mathcal{T}_r sont à introduire négativement dans les formules.

Dans les deux cas figures 627a et 624 et 625, et figures 627b et 626 le dernier panneau est, comme les autres, à quatre angles rigides et il y a cinq équations aux U' à écrire.

Si le numérotage commence à gauche, au bout du porte-à-faux, d'après la discussion des conditions d'attache, faite précédemment, dans le cas des articulations (fig. 627a), dans la cinquième équation aux U' il faudra poser

$$U'_6 = -X_B$$

avec

$$X_B = \frac{\Sigma (F' + F'') a}{h}$$

(voir fig. 617, 2^e cas).

Tandis que dans le cas des encastremets (fig. 627b), dans la cinquième équation aux U'

Fig. 626

il faudra attribuer au sixième montant une raideur $I_6 = \infty$.

La hauteur étant constante, ce sont les équations Π_1 qui conviennent.

Les équations Π_2 et Π_3 sont élémentaires, on ne perdra pas de vue qu'ici les \mathcal{T}_r et \mathcal{M}_r sont négatifs.

Voici les calculs nécessaires aux équations aux U' :

Rapports des largeurs des panneaux à la hauteur :

$$\frac{b_1}{h} = \frac{2}{3} \quad \frac{b_2}{h} = 1 \quad \frac{b_3}{h} = \frac{4}{3} \quad \frac{b_4}{h} = \frac{2}{3} \quad \frac{b_5}{h} = 1$$

Rapports des moments d'inertie des montants successifs :

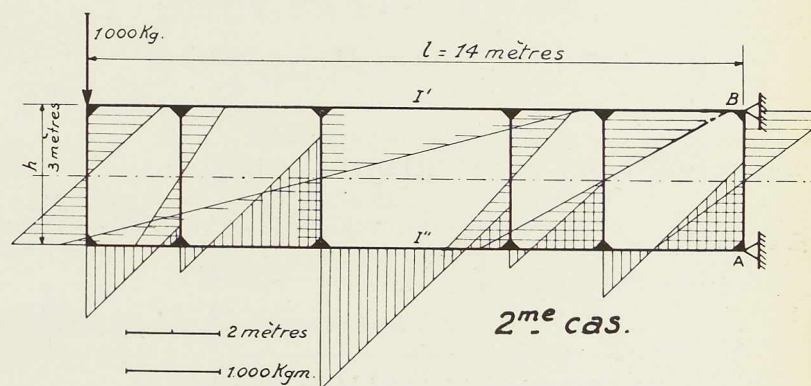


Fig. 627a. Une poutre de hauteur constante en porte-à-faux, attachée par deux rotules A et B.

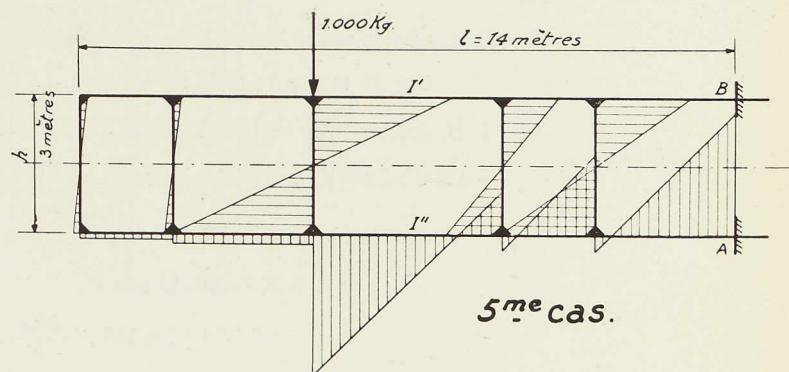


Fig. 627b. La même poutre encastree en A et B.



$$\frac{I_1}{I_2} = 2,370 \quad \frac{I_2}{I_3} = 0,053 \quad \frac{I_3}{I_4} = 18,963 \quad \frac{I_4}{I_5} = 0,422$$

$$\text{cas fig. 627a : } \frac{I_5}{I_6} = 0,967, \quad \text{cas fig. 627b : } \frac{I_5}{I_6} = 0.$$

Rapports des moments d'inertie des montants et des membrures :

$$\frac{I_1}{I'} = \frac{2,37}{8} = 0,296 \quad \frac{I_2}{I'} = \frac{1}{8} = 0,125$$

$$\frac{I_3}{I'} = \frac{18,963}{8} = 2,370 \quad \frac{I_4}{I'} = \frac{1}{8} = 0,125$$

$$\frac{I_5}{I'} = \frac{2,370}{8} = 0,296.$$

De plus

$$\frac{I''}{I'} = 1.$$

Les équations Π_1 aux U' sont donc dans l'ordre pour les quatre premiers panneaux :

$$\begin{aligned} & + \left(1 + 2,370 + 6 \times \frac{2}{3} \times 0,296\right) U'_1 - 2,370 U'_2 \\ & \qquad \qquad \qquad = 6 \times \frac{2}{3} \times 0,296 \times \frac{\mathcal{M}_1}{h} \\ - U'_1 & + \left(1 + 0,053 + 6 \times 1 \times 0,125\right) U'_2 - 0,125 U'_3 \\ & \qquad \qquad \qquad = 6 \times 1 \times 0,125 \times \frac{\mathcal{M}_2}{h} \\ - U'_2 & + \left(1 + 18,963 + 6 \times \frac{4}{3} \times 2,370\right) U'_3 - 2,270 U'_4 \\ & \qquad \qquad \qquad = 6 \times \frac{4}{3} \times 2,370 \times \frac{\mathcal{M}_3}{h} \\ - U'_3 & + \left(1 + 0,422 + 6 \times \frac{2}{3} \times 0,125\right) U'_4 - 0,125 U'_5 \\ & \qquad \qquad \qquad = 6 \times \frac{2}{3} \times 0,125 \times \frac{\mathcal{M}_4}{h} \end{aligned}$$

Cinquième panneau :

Cas de la figure 627a :

$$\begin{aligned} - U'_4 & + (1 + 0,967 + 6 \times 1 \times 0,296) U'_5 \\ & - 0,296 \times (-X_B) = 6 \times 1 \times 0,296 \times \frac{\mathcal{M}_5}{h} \end{aligned}$$

Cas de la figure 627b :

$$\begin{aligned} - U'_4 & + (1 + 0 + 6 \times 1 \times 0,296) U'_5 - 0 \\ & \qquad \qquad \qquad = 6 \times 1 \times 0,296 \times \frac{\mathcal{M}_5}{h} \end{aligned}$$

Tous les \mathcal{M} sont ici négatifs.

Ces équations sont donc finalement : les quatre premières :

$$\begin{aligned} & + 4,555 U'_1 - 2,370 U'_2 = 1,185 \times \frac{\mathcal{M}_1}{h} \\ - U'_1 & + 1,803 U'_2 - 0,053 U'_3 = 0,750 \times \frac{\mathcal{M}_2}{h} \\ - U'_2 & + 38,926 U'_3 - 18,963 U'_4 = 18,963 \times \frac{\mathcal{M}_3}{h} \\ - U'_3 & + 1,922 U'_4 - 0,422 U'_5 = 0,500 \times \frac{\mathcal{M}_4}{h} \end{aligned}$$

la cinquième : cas des articulations (fig. 627a) :

$$- U'_4 + 3,745 U'_5 - 0,967 (-X_B) = 1,778 \times \frac{\mathcal{M}_5}{h}$$

cas des encastremets (fig. 627b) :

$$- U'_4 + 2,778 U'_5 + 0 = 1,778 \times \frac{\mathcal{M}_5}{h}$$

Sous cette forme il suffit donc pour chaque état de charge considéré de calculer les \mathcal{M} (négatifs) et X_B

La résolution des équations aux U' est élémentaire.

Dès lors toutes les inconnues hyperstatiques sont levées et le calcul des pièces s'achève par des équations élémentaires de statique. (Voir Mémoire de mars 1937).

Les figures 627a et 627b présentent les résultats du calcul des moments fléchissants, la première pour une charge de 1.000kg à l'extrémité du porte-à-faux articulé en A et B, la seconde pour une charge de 1.000 kg à l'aplomb du troisième montant du porte-à-faux encastéré en A et B. Pour les membrures on n'a dessiné les moments fléchissants que le long de la membrure inférieure.

Les diagrammes sont tracés de telle sorte que leurs ordonnées sont placées du côté où le moment fléchissant crée des tractions dans la pièce.

On remarque à la figure 627b que dans le cas où il n'y a pas de charge à l'aplomb de tous les montants, dans les brides des panneaux situés au-delà de la charge la plus éloignée de l'attache, le moment fléchissant est constant et d'ailleurs très faible (fig. 625).

On remarque encore ici que dans les membrures, les points d'inflexion ne sont pas du tout à mi-longueur des tronçons et que pour les panneaux voisins de l'attache les conditions de l'attache influencent très sérieusement la sollicitation.



QUATRIÈME APPLICATION

Ossature d'un bâtiment à trois étages à deux files de colonnes, à assemblages rigides, soumise à l'action horizontale du vent (fig. 628)

Les données supposent que du côté gauche le vent produit des poussées F'' et que du côté droit il produit des dépressions F' .

Les moments d'inertie des poutres et des montants sont supposés répondre aux proportions suivantes :

Les montants ont le même moment d'inertie I dans les trois étages supérieurs; dans le niveau inférieur leur moment d'inertie est 2,5 fois celui des étages.

Les poutres des étages en partant du haut ont respectivement des moments d'inertie I , $2I$, $2I$, $3I$.

Les pieds des colonnes sont supposés parfaitement encastrés dans des fondations inébranlables.

L'ossature étant encastrée aux pieds, les quatre panneaux sont hyperstatiques et en principe on ne sait rien *a priori* quant aux valeurs des réactions $X_A, X_B, Z_A, Z_B, M_A, M_B$ des pieds des colonnes.

La largeur étant constante, les formules II conviennent au cas.

Si l'on convient de rendre l'ossature isostatique en sectionnant la membrure de droite de chaque panneau, on se trouve dans le cas de la figure 616a.

Mais les charges étant dirigées de gauche vers droite, les \mathcal{M}_r et \mathcal{C}_r sont de signe positif, donc inverse au cas de la figure 616b.

Les équations sont donc :

type II₂ : $W_1 = \frac{1}{2} \mathcal{M}_1 = + 1.312,5 \text{ kgm}$

$W_2 = \frac{1}{2} \mathcal{M}_2 = + 6.562,5 \text{ »}$

$W_3 = \frac{1}{2} \mathcal{M}_3 = + 18.300 \text{ »}$

$W_4 = \frac{1}{2} \mathcal{M}_4 = + 46.087,5 \text{ »}$

type II₃ : $Z_1 = \frac{1}{2} \mathcal{C}_1 = + 750 \text{ kg}$

$Z_2 = \frac{1}{2} \mathcal{C}_2 = + 2.250 \text{ »}$

$Z_3 = \frac{1}{2} \mathcal{C}_3 = + 3.900 \text{ »}$

$Z_4 = \frac{1}{2} \mathcal{C}_4 = + 6.150 \text{ »}$

Type II₁ : dans l'équation aux U' du quatrième panneau, celui du bas, étant donné que les pieds de l'ossature sont encastrés, il faut poser :

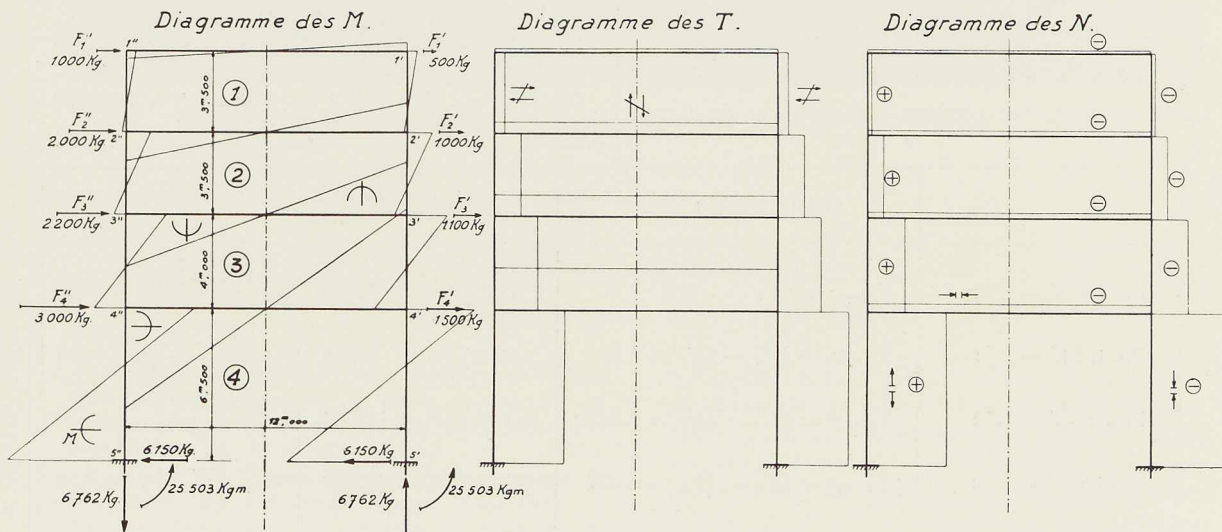


Fig. 628. Ossature de bâtiment sollicitée par le vent.



Moment d'inertie du cinquième montant ou entretoise $I_5 = \infty$.

Les quatre équations aux U' sont donc, en fonction du kg et du m :

$$\begin{aligned}
 & + \left(1 + \frac{1}{2} + 6 \times \frac{3,50}{12} \times \frac{1}{1}\right) U'_1 - \frac{1}{2} \times U'_2 \\
 & = 6 \times \frac{3,50}{12} \times \frac{1}{1} \times \frac{2.625}{12} \\
 - U'_1 & + \left(1 + \frac{1}{1} + 6 \times \frac{3,50}{12} \times \frac{2}{1}\right) U'_2 - \frac{1}{1} \times U'_3 \\
 & = 6 \times \frac{3,50}{12} \times \frac{2}{1} \times \frac{13.125}{12} \\
 - U'_2 & + \left(1 + \frac{2}{3} + 6 \times \frac{4}{12} \times \frac{2}{1}\right) U'_3 - \frac{2}{3} \times U'_4 \\
 & = 6 \times \frac{4}{12} \times \frac{2}{1} \times \frac{36.600}{12} \\
 - U'_3 & + \left(1 + 0 + 6 \times \frac{6,50}{12} \times \frac{3}{2,5}\right) U'_4 - 0 \\
 & = 6 \times \frac{6,50}{12} \times \frac{3}{2,5} \times \frac{92.175}{12}
 \end{aligned}$$

soit

$$\begin{cases}
 + 3,25 U'_1 - 0,50 U'_2 = 382,81 \text{ kgm} \\
 - U'_1 + 5,50 U'_2 - U'_3 = 3.828,12 \text{ »} \\
 - U'_2 + 5,66 U'_3 - 0,66 U'_4 = 12.200 \text{ »} \\
 - U'_3 + 4,90 U'_4 = 29.956,88 \text{ »}
 \end{cases}$$

donc

alors que

$$\begin{cases}
 U'_4 = + 6.761,69 \text{ kg} & U'_{4\infty} = + 7.681,25 \text{ kg} \\
 U'_3 = + 3.175,39 \text{ »} & U'_{3\infty} = + 3.050 \text{ »} \\
 U'_2 = + 1.331,90 \text{ »} & U'_{2\infty} = + 1.093,70 \text{ »} \\
 U'_1 = + 322,89 \text{ »} & U'_{1\infty} = + 218,70 \text{ »}^{(1)}
 \end{cases}$$

Les inconnues hyperstatiques du problème sont donc toutes levées.

L'achèvement de l'étude se fait donc comme suit, par des équations simples de statique :

Sollicitation des poutres horizontales de l'ossature

Sollicitation des colonnes

EFFORTS LONGITUDINAUX :

$$\begin{aligned}
 N_{1'-2'} &= -U'_1 = -323 \text{ kg} & N_{1''-2''} &= +323 \text{ kg} \\
 N_{2'-3'} &= -U'_2 = -1.332 & N_{2''-3''} &= +1.332 \\
 N_{3'-4'} &= -U'_3 = -3.175 & N_{3''-4''} &= +3.175 \\
 N_{4'-5'} &= -U'_4 = -6.762 & N_{4''-5''} &= +6.762
 \end{aligned}$$

EFFORTS TRANCHANTS :

$$\begin{aligned}
 T_{1'-2'} &= T_{1''-2''} = Z_1 = 750 \text{ kg} \\
 T_{2'-3'} &= T_{2''-3''} = Z_2 = 2.250 \\
 T_{3'-4'} &= T_{3''-4''} = Z_3 = 3.900 \\
 T_{4'-5'} &= T_{4''-5''} = Z_4 = 6.150
 \end{aligned}$$

MOMENTS FLÉCHISSANTS EN KG.M :

Pour le montant de droite $1' \dots 5'$.

Au haut des tronçons :

$$\begin{aligned}
 (M_{1'-2'})_g &= + Z_1 \times \frac{3,50}{2} + U'_1 \times 6 - W_1 = + 1.938 \\
 (M_{2'-3'})_g &= + Z_2 \times \frac{3,50}{2} + U'_2 \times 6 - W_2 = + 5.367 \\
 (M_{3'-4'})_g &= + Z_3 \times \frac{4,00}{2} + U'_3 \times 6 - W_3 = + 8.550 \\
 (M_{4'-5'})_g &= + Z_4 \times \frac{6,50}{2} + U'_4 \times 6 - W_4 = + 14.472
 \end{aligned}$$

Au bas des tronçons :

$$\begin{aligned}
 (M_{1'-2'})_d &= - Z_1 \times \frac{3,50}{2} + U'_1 \times 6 - W_1 = - 687 \\
 (M_{2'-3'})_d &= - Z_2 \times \frac{3,50}{2} + U'_2 \times 6 - W_2 = - 2.508 \\
 (M_{3'-4'})_d &= - Z_3 \times \frac{4,00}{2} + U'_3 \times 6 - W_3 = - 7.050 \\
 (M_{4'-5'})_d &= - Z_4 \times \frac{6,50}{3} + U'_4 \times 6 - W_4 = - 25.503
 \end{aligned}$$

	Effort tranchant en kg	Moments fléchissants aux extrémités en kgm	Effort longitudinal en kg
Poutre 1' - 1'' :	$T_{1'-1''} = U'_1 = 323$	$323 \times 6 = 1.938$	$-\frac{F''_1 - F'_1}{2} = - 250$
Poutre 2' - 2'' :	$T_{2'-2''} = U'_2 - U'_1 = 1.009$	$1.109 \times 6 = 6.054$	$-\frac{F''_2 - F'_2}{2} = - 500$
Poutre 3' - 3'' :	$T_{3'-3''} = U'_3 - U'_2 = 1.843$	$1.843 \times 6 = 11.058$	$-\frac{F''_3 - F'_3}{2} = - 550$
Poutre 4' - 4'' :	$T_{4'-4''} = U'_4 - U'_3 = 3.587$	$3.587 \times 6 = 21.522$	$-\frac{F''_4 - F'_4}{2} = - 750$

(1) Les valeurs de $U'_{r\infty}$ ont été obtenues par la formule : $U'_{r\infty} = \frac{\mathcal{M}_r}{h}$.



Pour le montant de gauche 1' ... 5' les valeurs sont les mêmes au signe près.

Le signe + signifie que le moment fléchissant donne de la traction à l'extérieur de la maille.

Tous ces résultats numériques donnent les diagrammes de la figure 628.

Cette application fait bien voir la simplicité de la méthode.

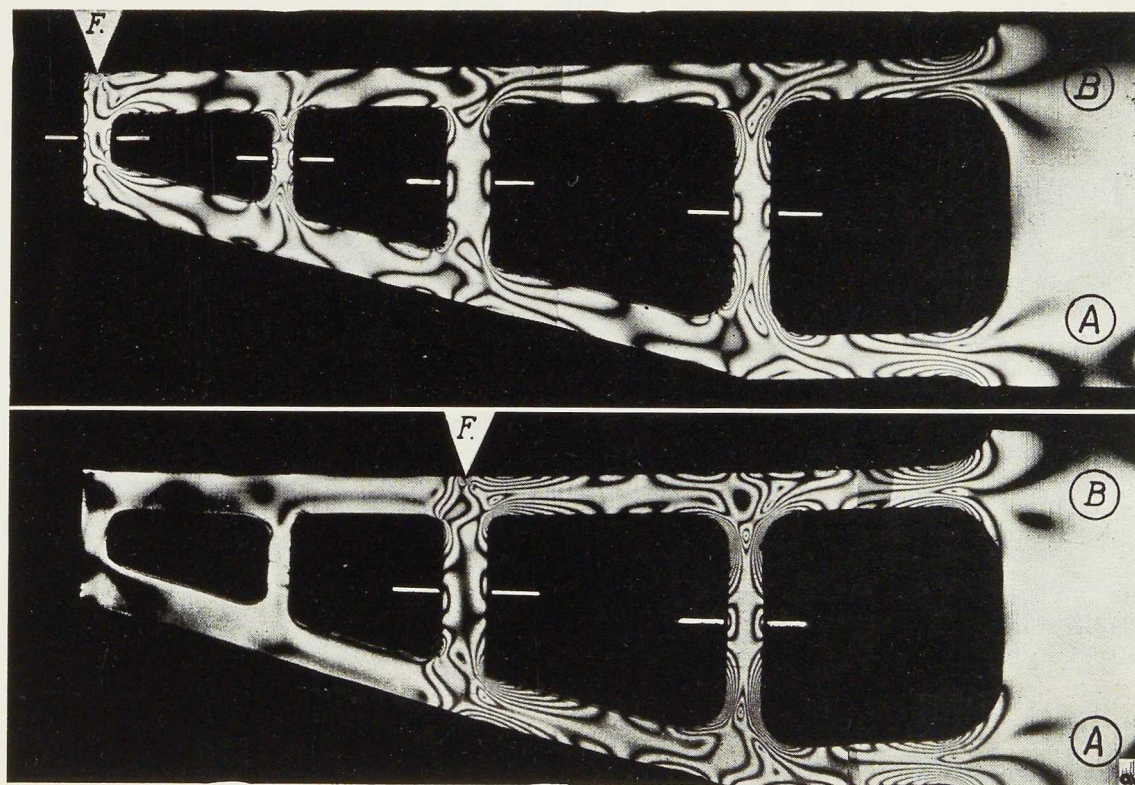


Fig. 629 et 630. Aspects photo-élastiques d'une console encastrée en A et B.

CINQUIÈME APPLICATION

Poutre en console (fig. 629 et 630)

Ces figures présentent une poutre en console encastrée en A B, dont la bride supérieure est horizontale et la bride inférieure coudée. Les deux brides ont la même section.

La figure 629 montre l'aspect photo-élastique de la poutre portant une charge concentrée à l'aplomb de son premier montant; la figure 630 la montre portant une charge concentrée à l'aplomb de son troisième montant.

Ces figures font voir que malgré la dissymétrie de la console, les points d'inflexion dans les montants n'ont pas cessé d'être pratiquement à mi-longueur de ceux-ci : les calculs sont donc à conduire à l'aide des équations I. Dans l'équation aux U' du panneau touchant l'encastrement, celui-ci remplaçant le cinquième montant, on fera $I_5 = \infty$.

N° 9 - 1937



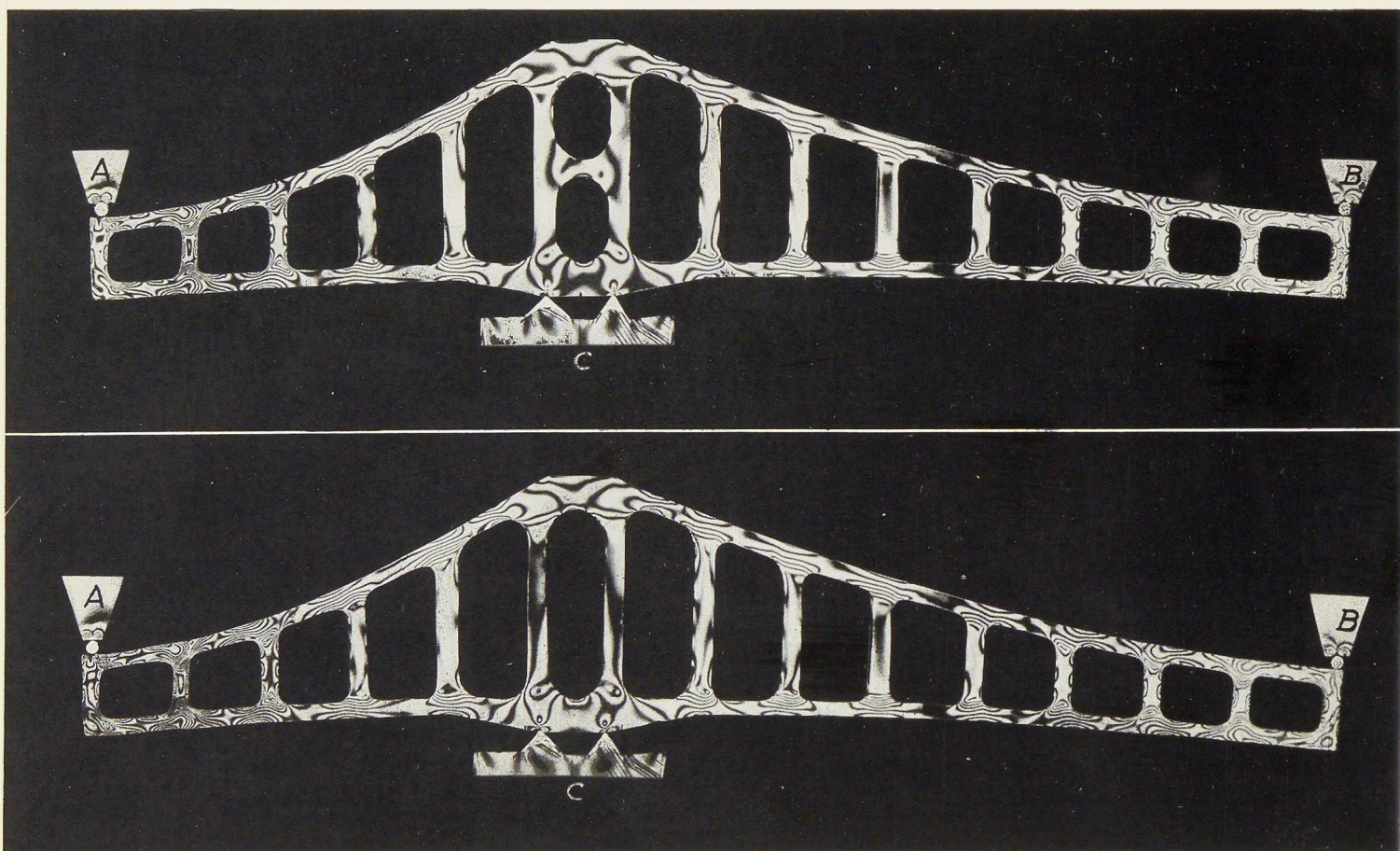


Fig. 631. Aspect photo-élastique du longeron du pont tournant du Muide. Le pont est supposé calé en A et B. La réaction en C est donnée par un balancier.

Fig. 632. Aspect photo-élastique du longeron du pont tournant du Muide. L'entretoise horizontale entre les deux montants du centre étant supprimée.

SIXIÈME APPLICATION

Longeron principal d'un pont tournant (fig. 631 et 632)

Ces figures correspondent au pont tournant du Muide à Gand, construit en 1933 ⁽¹⁾.

Dans le premier modèle, les deux grands montants à l'aplomb des poutres de chevêtre sont, comme dans le pont réel, entretoisés puissamment à mi-hauteur; dans le second modèle cet entretoisement a été supprimé, afin d'en discerner l'effet.

Ces deux figures montrent le longeron sous l'effet d'une force représentant la réaction du pivot, se partageant en deux forces égales par

l'intermédiaire d'un balancier C. Ces forces sont appliquées à l'aplomb des grands montants du centre. Elles sont équilibrées par des réactions aux extrémités A et B de la culasse et de la volée.

C'est là une sollicitation élémentaire mais qui suffit pour lever ce que l'on désire faire apparaître.

Ces figures montrent très nettement pour la plupart des montants, le point d'inflexion. Cependant dans le sixième montant à partir de l'extrémité B et même dans le septième et le huitième le point d'inflexion apparaît mal.

Cela tient à ce que pour la sollicitation appliquée ces montants sont très peu fléchis.

⁽¹⁾ Voir L'OSSATURE MÉTALLIQUE, n° 6, nov.-déc. 1933 : Le Pont tournant du Muide à Gand, par M. STORRER et A. SPOLIANSKY.



Pour lever la question, on a ajouté une charge en un nœud quelconque, de suite sous cet effet les points d'inflexion sont apparus nettement dans les montants dans lesquels ils étaient précédemment peu visibles.

Lorsque les deux grands montants du centre ne sont pas entretoisés à mi-hauteur (fig. 632), ils présentent comme les autres montants un point d'inflexion pratiquement à mi-hauteur. Lorsqu'ils sont entretoisés (fig. 631) il n'en est évidemment plus ainsi, ils sont d'ailleurs très peu fléchis dans ce cas.

Aussi dans ces conditions y a-t-il lieu de considérer que l'ensemble de ces deux montants entretoisés constitue un panneau très raide, pratiquement infiniment raide; la volée comme la culasse du pont constituent donc des portés-à-faux à considérer encastrés sur ce panneau central.

Pour le pont réel on fera donc le calcul en négligeant la déformation de l'ensemble du pan-

neau central et en introduisant dans les équations aux U' du dernier panneau tant de la volée que de la culasse, pour le montant côté encastrement $I = \infty$.

La résolution des équations aux U' se conduira à part cela comme à l'habitude, mais il n'y aura que 13 équations aux U' au lieu de 14.

Au contraire dans le cas où les deux montants du centre ne seraient pas entretoisés il y aurait 14 équations aux U' .

Le calcul du longeron d'un pont tournant type Vierendeel ne sera donc pas différent du cas d'une poutre Vierendeel ordinaire, sauf la forme du longeron, qui n'affecte cependant pas le fait que dans tous les montants le point d'inflexion est situé pratiquement à mi-hauteur.

Nous reprendrons peut-être plus tard le problème des ponts tournants et des poutres continues types Vierendeel.

L. B.

L'accident de chemin de fer de Villeneuve St-Georges à 15 km de Paris

Le 29 juillet, dans la nuit, par suite d'une erreur d'aiguillage, le train Paris-Saint-Etienne-Vichy déraillait alors qu'il roulait à une vitesse de 80 km à l'heure. Vingt-neuf personnes trouvèrent la mort dans cette catastrophe; la plupart des victimes se trouvaient dans la quatrième voiture, construite en bois. Le train se composait en effet, notamment, d'un fourgon de tête en bois qui fut totalement détruit, d'un wagon-postal métallique et d'une voiture de 2^e classe en métal qui résistèrent parfaitement, puis d'une voiture de 3^e classe en bois qui s'empala littéralement dans la voiture métallique restée intacte et fut entièrement détruite sur la moitié de sa longueur. Cette catastrophe donne une nouvelle et tragique démonstration de la nécessité de ne plus utiliser que des voitures métalliques qui, seules, confèrent la sécurité indispensable.

Fig. 633. On voit à gauche la voiture en bois, quatrième voiture du convoi, qui est venue s'empaler dans la troisième voiture, une voiture métallique restée entière.



N° 9 - 1937



CHRONIQUE

Nécrologie

Le 19 août est décédé M. Lucien Wauthier, ingénieur A. I. Ms, administrateur-directeur-gérant de la Société des Usines à Tubes de la Meuse. M. Wauthier était président du Groupement des Usines Transformatrices du Fer et de l'Acier de la Province de Liège, et administrateur du Centre belgo-luxembourgeois d'Information de l'Acier.

M. P. Bracke, ingénieur-constructeur, membre du Centre belgo-luxembourgeois d'Information de l'Acier depuis sa fondation, est décédé à Bruxelles le 26 juillet 1937.

Le marché de l'acier pendant les mois de juin et juillet 1937

Physionomie générale

La situation du marché métallurgique est restée calme pendant le mois de juin. A l'exportation, notamment, peu d'affaires nouvelles ont été traitées et la clientèle a marqué une certaine réserve. Toute l'activité pendant ce mois a été produite par le marché intérieur très soutenu. En fin de mois, cependant, on notait une certaine activité à l'exportation. La première quinzaine de juillet a présenté les mêmes caractéristiques de calme. La seconde quinzaine, par contre, a été marquée par une amélioration progressive du marché et de nombreux ordres ont été passés dans les différents compartiments. L'activité constatée pendant cette période semble devoir se poursuivre.

Malgré la réserve des acheteurs pendant les mois de mai, juin et au début de juillet, certains indices ont maintenu l'optimisme dans les milieux producteurs; c'est ainsi notamment que toute offre de livraison à délais raccourcis provoquait un regain d'activité. Par ailleurs, il faut tenir compte des achats considérables effectués sans arrêt pendant plusieurs mois. Enfin, l'abandon de certains surpris libres a pu faire envisager un tassement prochain des prix, et a, par conséquent, accentué la réserve des acheteurs. En réalité, si la pratique des surpris libres a à peu près disparu, par contre les surpris déjà rendus obliga-

toires ont été incorporés d'office dans les prix à la suite d'une réunion du Comité des Comptoirs à Düsseldorf au début de juillet. La reprise, constatée en fin juillet, a justifié les considérations faites au cours de la période calme.

Cette situation a permis aux producteurs d'assainir le marché, grâce à une augmentation de la production et à d'importantes expéditions. Les délais qui étaient de 6 à 7 mois au début de juin, étaient ramenés à 3 et 4 mois à la mi-juillet.

Marché extérieur

Le marché extérieur a été calme pendant le mois de juin. Les acheteurs, quelque peu découragés par l'importance des délais de livraison, se sont tenus sur la réserve. D'autre part, certains indices pouvaient faire envisager un tassement des prix qui ne s'est nullement effectué. A la fin du mois de juin on a enregistré quelques affaires nouvelles notamment pour l'Extrême-Orient et l'Afrique du Sud. Au début de juillet, dans un marché calme, on notait cependant des demandes de nombreux pays et plus particulièrement de l'Afrique du Sud, des Etats-Unis, de la Norvège, du Portugal, de la Grèce et de la Turquie.

La fin du mois de juillet a été marquée par une sensible reprise où les Etats-Unis, l'Argentine, l'Amérique centrale et le Proche-Orient interviennent tout spécialement.

Signalons par ailleurs que les usines luxembourgeoises ont traité d'importants marchés avec l'Allemagne, marchés qui ne leur permettent pas encore de réduire leurs délais à moins de 3 et 4 mois, malgré l'importance des expéditions effectuées en juin. A la suite d'un accord avec la *British Steel Federation*, 200.000 tonnes d'acier supplémentaires sont à fournir en Angleterre pendant le second semestre de 1937. Les droits d'entrée ont été réduits de 10 % à 2 1/2 %, la différence étant incorporée dans les prix de vente.

A partir du 1^{er} juillet, l'application des amendes pour dépassement des quotas a été remise en vigueur, ce qui a entraîné une sensible réduction des tonnages mis à la disposition de l'exportation.

Marché intérieur

Le marché intérieur a fait preuve pendant les mois de juin et juillet d'une activité soutenue.



Sauvegardez l'avenir

La part du marché intérieur a été prépondérante dans les affaires traitées. En juin par exemple, dans les commandes notées par COSIBEL, le marché intérieur est intervenu pour 70 %.

Malgré la demande pressante, on a élargi les contingentements sur le marché intérieur. La grosse question reste, pour les constructeurs particulièrement, celle des délais de fourniture. En juillet les prix ont été relevés d'environ 10 % et la tendance reste à la hausse.

En juin, les commandes inscrites par COSIBEL se sont élevées à 142.000 tonnes, dont 44.000 tonnes à l'exportation et 98.000 tonnes à l'intérieur.

En juillet, les commandes inscrites atteignaient 170.000 tonnes, dont 98.000 tonnes à l'exportation.

Demi-produits

Ce marché reste très encombré, malgré la politique suivie par les producteurs. Pendant les deux derniers mois, les producteurs se sont en effet efforcés d'approvisionner régulièrement et suffisamment les transformateurs du pays, tout en satisfaisant aux engagements pris vis-à-vis de l'extérieur. Malgré un gros volume d'expéditions effectuées, les usines n'ont accepté que peu d'ordres et seulement à destination des marchés réguliers. Les transformateurs de l'intérieur, qui

Construisez en acier!

ont en carnets d'importantes commandes, ont reçu suffisamment de matières premières; la hausse de 12 fr 50 a fait l'objet de nombreuses discussions.

A l'exportation, la moitié du contingent supplémentaire de 200.000 tonnes pour l'Angleterre sera constitué de demi-produits. Les délais de livraison restent importants.

Produits finis

Les transactions à l'exportation ont été calmes, gênées par les délais considérables exigés. En fin du mois de juillet, les délais étaient sensiblement réduits et on constatait une certaine reprise de la demande.

A l'intérieur, par contre, la demande a été régulière, justifiée par des besoins pressants. A la fin du mois de juillet, le marché intérieur était fort calme, étant donné la période des vacances.

Tôles

Le marché des tôles fortes et moyennes a été actif et la demande est restée importante tant à l'intérieur qu'à l'exportation. Les prix intérieurs ont été relevés.

En tôles fines et en tôles galvanisées, par contre, le marché a été très calme pendant les mois de juin et juillet.

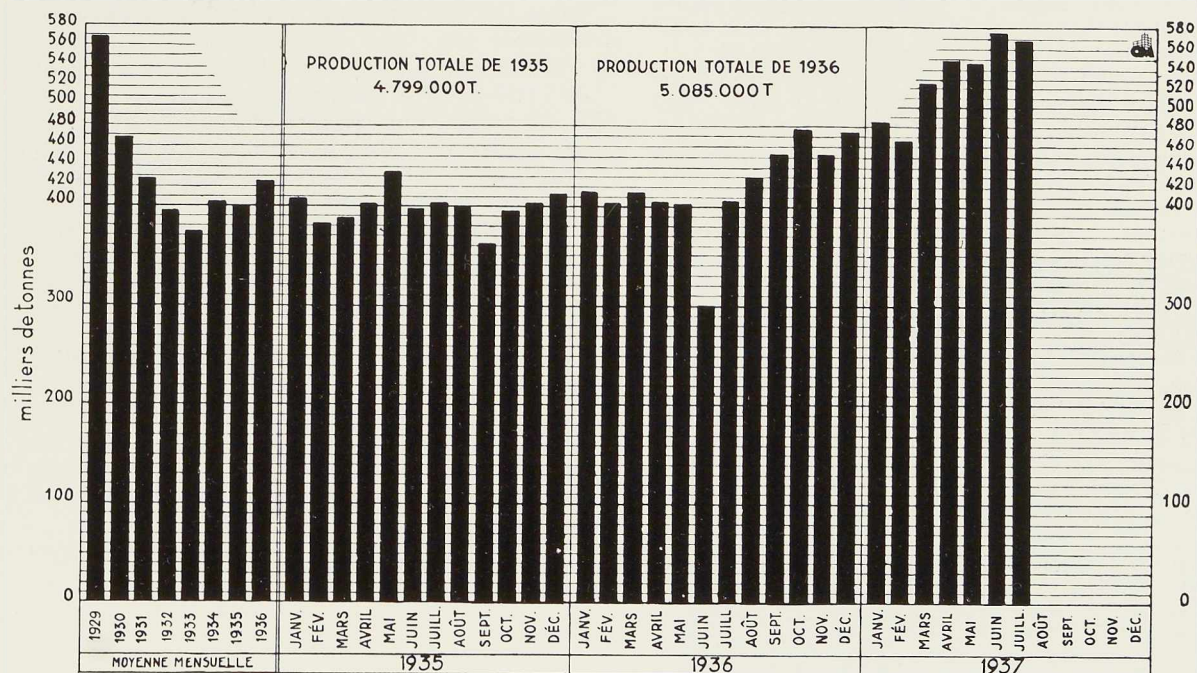


Fig. 634. Production mensuelle des aciéries belges et luxembourgeoises.

N° 9 - 1937





Fig. 635. Le nouveau bâtiment de recherches du **Mellon Institute**.

Le nouveau bâtiment de recherches du **Mellon Institute** à Pittsburgh, qui vient d'être inauguré, comporte une ossature métallique de 4.000 tonnes. Il couvre une superficie de 8.300 m² et comporte huit étages dont trois en sous-sol.

(D'après **Construction Methods and Equipment**, juin 1937.)

Production sidérurgique belgo-luxembourgeoise en juin et juillet 1937

La production sidérurgique belgo-luxembourgeoise s'est élevée, en juin 1937, à 574.787 tonnes, dont 338.159 tonnes pour la Belgique et 236.628 tonnes pour le Luxembourg. En juin 1936, la production belgo-luxembourgeoise n'atteignit que 300.569 tonnes, chiffre anormalement faible, dû aux grèves qui ont eu lieu à cette époque en Belgique.

Pendant le premier semestre de 1937, la production s'est élevée à 3.150.367 tonnes, contre 2.388.338 tonnes pendant la période correspondante de 1936, soit une augmentation de 32 %.

En juillet 1937, la production belgo-luxembourgeoise s'est élevée à 569.025 tonnes dont 347.624 tonnes pour la Belgique et 221.401 tonnes pour le Luxembourg; en juillet 1936, la production avait atteint 407.157 tonnes.

Pendant les 7 premiers mois de 1937, la production belgo-luxembourgeoise s'est élevée à 3.719.392 tonnes, contre 2.795.495 tonnes en 1936.

La production et les exportations des aciéries américaines

La production des aciéries américaines au cours du premier semestre de 1937 a atteint un tonnage très voisin de la production record de 1929 (26,1 millions de tonnes ⁽¹⁾), contre 26,4 millions de tonnes en 1929).

⁽¹⁾ Tous les tonnages sont en tonnes de 1.000 kg.

Construisez en acier!

La pénurie d'acier dans le monde s'est traduite par une forte augmentation des exportations américaines : 413.000 tonnes d'aciers finis et de demi-produits en mai 1937, alors que les exportations des cinq premiers mois de 1936 ne totalisaient que 458.000 tonnes. Le total des exportations des cinq premiers mois de 1937 a atteint 1.155.000 tonnes.

Quant aux exportations américaines de ferrailles, le mois de mai 1937 établit un nouveau record avec 650.000 tonnes. Le total des cinq premiers mois de 1937 atteint 1.680.000 tonnes, contre 895.000 tonnes en 1936.

(D'après *Steel*, 12 juillet 1937.)

Les tabliers de ponts en grilles d'acier

Il y a quatre ans, fut mis en service le premier pont qui possédât un tablier en grillage d'acier ajouré, c'était le Pont de l'Université à Seattle ⁽¹⁾. Des circonstances exceptionnelles justifiaient, en l'occurrence, cette innovation : la nécessité d'accroître la largeur du pont et d'augmenter la limite des charges admissibles, sans renforcement coûteux des maîtresses poutres, conduisirent les ingénieurs de la ville à économiser du poids en supprimant l'ancien tablier lourd. Les résultats en service furent à ce point favorables que la ville de Seattle fit usage du nouveau type de tablier en treillis ajouré pour équiper d'autres ponts et, depuis lors, quelque deux ou trois douzaines de ponts ont été construits utilisant ce système de tablier.

Récemment a été ouvert à la circulation le pont de l'avenue de la Marine (Marine Parkway Bridge) à New-York qui comporte une longueur de 520 mètres de tablier en grillage d'acier, ce qui constitue la plus importante application de ce système réalisée jusqu'à présent.

Le grillage d'acier ajouré est la solution la plus radicale apportée au problème de la réduction du poids mort dans les tabliers de ponts. Il permet de ce chef d'augmenter de 25 à 50 % les surcharges admissibles, ou d'augmenter, pour une même surcharge, la portée économique possible pour les grands ponts.

Les tabliers en grillages d'acier présentent une grande supériorité par rapport aux tabliers en madriers de bois, qui nécessitent de fréquents remplacements (usure et pourriture). En cas

⁽¹⁾ Le tablier de ce pont a été décrit dans *L'OSSATURE MÉTALLIQUE*, n° 3, 1934, p. 139.

N° 9 - 1937



446

Maximum de sécurité

d'inondation, le pont n'a pas tendance à flotter, ce qui fut la cause de la perte de nombreux ponts à tablier en bois. Enfin, le tablier en grillage d'acier s'est avéré excellent au point de vue adhérence et antidérapage, tant pour le trafic automobile que pour le trafic hippomobile, notamment par temps de pluie et de neige.

(D'après *Engineering News-Record*, 15 juillet 1937, p. 90.)

Le « Journée de la Flamme », Paris, 16 décembre 1937

Le Centre d'Etudes Thermiques organise à Paris, le 16 décembre prochain, sa huitième séance d'études, à laquelle il a donné le titre de « Journée de la Flamme ». Cette séance sera, en effet, consacrée à la production et aux applica-

Minimum d'encombrement

tions des flammes; elle occupera toute la journée du 16 décembre et se tiendra dans l'immeuble de l'*Institut de Soudure Autogène*, 32, boulevard de la Chapelle, où est d'ores et déjà établi le secrétariat.

Des mémoires et communications relatifs aux sujets mis au programme peuvent être envoyés jusqu'au 30 septembre.

Le programme de la séance d'études est divisé en trois parties :

PREMIÈRE PARTIE : I: Théorie de la flamme.
II. Théorie des injecteurs et des brûleurs.

DEUXIÈME PARTIE : Transport et régulation par détente des combustibles utilisés à la production de la flamme.

TROISIÈME PARTIE : Utilisation des flammes.

ECHOS ET NOUVELLES

Les travaux de la Jonction Nord-Midi à Bruxelles

Les cinq premières sections de l'ossature des trois pertuis du tunnel de la Jonction Nord-Midi sont achevées et les premières sections sont bétonnées ou en cours de bétonnage. La figure 636 montre l'importance du poutrellage, calculé en vue de résister aux bombardements et destiné à recevoir le poids d'importants immeubles à étages multiples.

Les rideaux de palplanches qui limitent la fouille sont très avancés et mesuraient, à fin juillet, respectivement 241 et 200 mètres de développement. La circulation routière a été rétablie à la rue du Saint-Esprit au moyen d'une passerelle prenant directement appui sur l'ossature des pertuis. Le tonnage de cette ossature atteindra pour le premier tronçon le poids de 6.500 tonnes. (Constructeur : *Les Ateliers Métallurgiques*, S. A., Nivelles.)

Les nouveaux bâtiments universitaires de Gand

L'Université de Gand est actuellement dotée de toute une série de nouveaux bâtiments. Parmi ceux-ci, il y a lieu de citer :

Le bâtiment des Laboratoires de Résistance des Matériaux, de Béton Armé, de Mécanique et d'Electricité, qui vient d'être achevé et comporte une ossature métallique entièrement soudée de six étages. (Constructeur : *Société Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi*, Enghien.)

Le bâtiment des Laboratoires Techniques, ac-

tuellement en montage, qui comporte une ossature métallique soudée de 500 tonnes. (Constructeur : *Société Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi*.)

L'Hôpital Académique. L'ossature métallique des bâtiments de 7 étages, est actuellement en cours de fabrication aux ateliers d'*Enghien-Saint-Eloi* (tonnage : 3.000 tonnes).

Travaux hydrauliques

On construit actuellement une quatrième porte roulante, de 36^m90 de longueur, 7^m90 de largeur et 18^m26 de hauteur, à l'écluse du Kruisschans à Anvers. (Constructeur : *Les Ateliers Métallurgiques* de Nivelles; tonnage : 1.150 tonnes.)

Les *Ateliers Métallurgiques de Nivelles* sont chargés de la construction et du montage sur place des portes métalliques des écluses du nou-

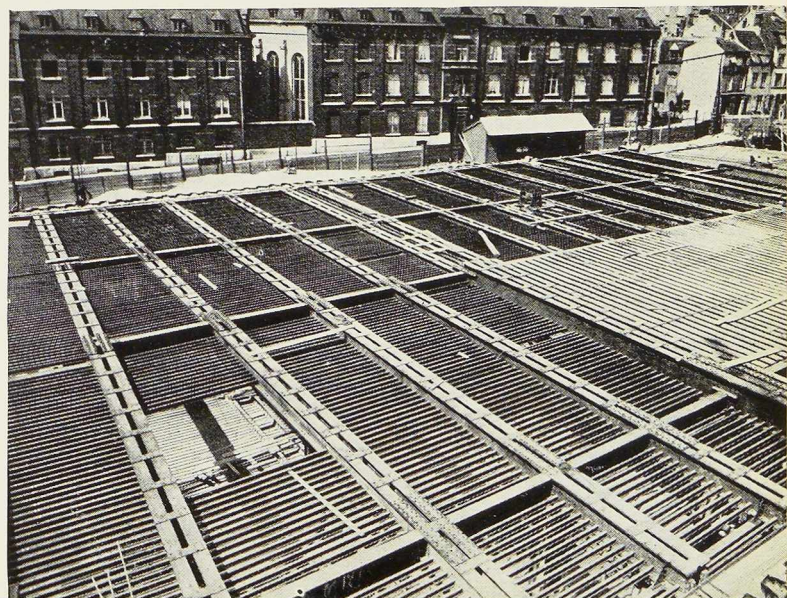


Fig. 636. Vue du poutrellage des premières sections de l'ossature des pertuis du tunnel de la Jonction Nord-Midi.

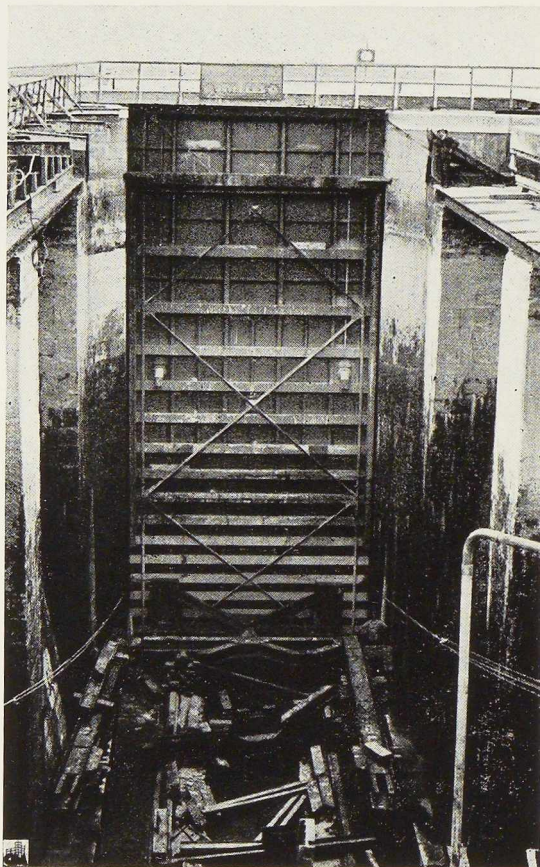


Fig. 637. Batardeau pour la construction d'une porte roulante à l'écluse du Kruisschans.

Minimum d'encombrement

veau pont de Galway en Irlande, y compris tous les accessoires mécaniques de manœuvre.

Les *Ateliers Métallurgiques* de Nivelles ont reçu la commande de la construction et du montage des parties métalliques des groupes d'écluses de Genck et Hasselt sur le canal Albert, comportant de 2 à 3.000 tonnes d'acier.

Le 16 juillet a eu lieu l'ouverture des soumissions pour le remplacement par des portes métalliques des portes busquées en bois du sas amont de l'écluse triple d'Ooigen, du canal de Roulers à la Lys, et de celles de l'écluse n° 10 du canal de Bossuyt à Courtrai.

Dans la construction navale

Aux chantiers de la Société *John Cockerill* à Hoboken, on achève la construction du *Prins Albert*, paquebot à moteur destiné au service Ostende-Douvres, et du *Moanda*, cargo à moteur destiné au service du Congo, navires lancés tous deux le 23 avril. Par ailleurs le *Nellie*, cargo de 650 tonnes à moteur destiné à naviguer entre Liège et les ports anglais, a fait avec succès ses essais.

A Hoboken sont notamment en construction ou en commande 8 cargos, dont 3 de 8.000 tonnes, destinés au trafic avec l'Amérique du Sud; à Tamise, 2 bateaux-pilotes de 1.000 ch. et plusieurs chalutiers de 650 ch.; à Ostende, 3 cargos de 600 tonnes et plusieurs chalutiers, etc.

Bâtiments militaires

Les Bâtiments Militaires ont passé commande aux *Ateliers Métallurgiques* de Nivelles de 25.000 m² d'« AM'ACIER » pour la construction des nouvelles casernes de Luchtbal à Anvers.

Ouvrages récemment parus

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

Contribution à l'étude des peintures anti-rouille (*Acier*, n° 4, 1936)

Une brochure de 32 pages, de 21 × 27 cm, éditée par l'Office Technique pour l'Utilisation de l'Acier, Paris ⁽²⁾.

Cette intéressante publication donne les résultats d'une série d'essais effectués en milieu naturel et au moyen d'un appareil d'usure rapide.

⁽¹⁾ Tous les ouvrages analysés sous cette rubrique peuvent être consultés en notre Salle de Lecture, 14, rue Van Orley, Bruxelles.

⁽²⁾ Nous pouvons procurer ce numéro 4-1936 d'*Acier* à nos lecteurs de Belgique et du Luxembourg, au prix de 3,50 francs français.

L'appareil en question mis au point à l'occasion de ces essais a donné jusqu'à présent des résultats satisfaisants permettant de tirer des conclusions quant à la résistance en atmosphère ordinaire.

Les essais décrits comprennent plusieurs séries relatives chacune à un problème déterminé. Ils ont montré l'importance de la préparation de la surface du métal, et les hautes qualités des peintures au brai et à la poudre d'aluminium.

Korrosion VI (Corrosion)

Un ouvrage de 61 pages format A 5 (148 × 210 mm), illustré de 37 figures. Editeur V.D.I. Verlag, Berlin 1937.

N° 9 - 1937



Sauvegardez l'avenir

Le Sixième congrès allemand de la corrosion a été organisé par la Verein-Deutsche Chemiker; il a eu lieu à Cologne le 22 octobre 1936.

L'ouvrage *Korrosion VI* contient les mémoires présentés à ce congrès et le compte rendu des discussions.

On trouve dans cet ouvrage des chapitres relatifs à la protection contre la corrosion des parties métalliques des locomotives et wagons, camions, tuyaux à gaz, câbles, charpentes, navires.

Metallic Corrosion, Passivity and Protection (Corrosion, passivité et protection des métaux)

par Ulick R. EVANS

Un volume relié de 720 pages, format 15 × 23,5 cm, illustré de 93 figures. Edité par E. Arnold & Co, Londres 1937. Prix : 45 shillings.

Au début de ce très important travail, l'auteur définit la corrosion.

Quant à la passivité (ou résistance passive des métaux) on doit l'attribuer à un film de protection qui recouvre le métal.

L'ouvrage a les subdivisions suivantes :

Simplex exemples de corrosion et passivité, films minces, oxydation à haute température, corrosion atmosphérique, corrosion par liquides stagnants, corrosion par liquides en mouvement, évolution de l'hydrogène, influence des constituants du liquide, influence des constituants majeurs de la phase métallique, influence des constituants mineurs de la phase métallique, influence des efforts et des déformations, influence des contacts, protection par enrobage métallique, protection par peintures et émaux. Essais.

En appendice sont données les méthodes de mesures optiques de l'épaisseur du film.

Une importante bibliographie est annexée à la fin de ce traité. L'auteur a, en effet, consulté les travaux de plus de 1.700 spécialistes de tous pays. Ce livre a été écrit aussi bien pour des chercheurs de science pure que pour des ingénieurs praticiens. Chaque chapitre, en effet, est traité au triple point de vue de la base scientifique, des problèmes pratiques et de la mise en équations.

Les gratte-ciel et leurs alliés terrestres, maritimes et aériens

par Renzo PICASSO

Un volume format 22 × 31 cm, de 190 pages avec 88 figures dans le texte et 26 planches hors texte, en couleurs. Edité par l'auteur M. R. Picasso, Gênes, 1937, prix 50 francs français.

L'auteur après avoir étudié tous les aspects des

Construisez en acier!

gratte-ciel américains démontre la raison d'être du gratte-ciel dans les centres très denses européens. Il passe en revue dans son intéressant livre tous les moyens de transport terrestres, maritimes et aériens utilisés dans les villes modernes et souligne les nombreux avantages que procurent les gratte-ciel principalement au point de vue de l'économie des transports en raison d'une plus grande concentration des affaires. Cet ouvrage comprend de nombreux plans de grandes villes, américaines et européennes ainsi que les nouveaux tracés que la construction de gratte-ciel permettrait.

Progrès de la technique de la métallographie microscopique

par R. CASTRO

Une brochure de 56 pages format 16 × 25 cm, illustrée de 14 figures. Editée par Hermann et Cie, Paris, 1935. Prix : 12 francs français.

Ce fascicule est le premier de la série des exposés de métallographie et de métallurgie qui seront publiés sous la direction du professeur A. Portevin. Dans l'introduction, l'auteur définit le but de son ouvrage qui est de décrire les moyens matériels dont on dispose aujourd'hui pour étudier par voie microscopique la constitution des produits métallurgiques ainsi que la technique que l'on doit suivre.

L'ouvrage contient trois chapitres : Préparation et attaque de l'échantillon, reproduction des aspects observés et l'avenir des méthodes microscopiques. Dans ces chapitres l'auteur passe en revue les différentes étapes conduisant à la préparation des échantillons métalliques à examiner et étudie en détail les appareils construits pour l'observation microscopique.

Recirculacija gazov v ogranichenom prostanstvju (Circulation en circuit fermé des gaz dans un espace limité)

par D. ROSOWSKI

Un ouvrage de 48 pages, format 15 × 22 cm, illustré de 15 figures. Edité par la Bibliothèque Centrale de la Construction de l'U.R.S.S. 1937. Prix : 2 roubles.

Cet ouvrage a trait à l'étude de l'aération des bâtiments industriels. L'auteur, qui étudie tour à tour des bâtiments simples à une seule travée et des bâtiments plus importants à plusieurs travées, démontre que la théorie de la circulation en circuit fermé des gaz a créé des principes nouveaux et des méthodes nouvelles dans le calcul de l'aération des bâtiments.

N° 9 - 1937



Sauvegardez l'avenir

Fenêtres et portes en acier (Acier, n° 3, 1936)

Une brochure de 24 pages de 21 × 27 cm avec 20 figures, éditée par L'Office Technique pour l'Utilisation de l'Acier, à Paris (1).

Cette brochure de propagande comporte une vingtaine d'exemples particulièrement bien présentés mettant heureusement en valeur les qualités propres des fenêtres et portes en acier.

Thermodynamique et métallurgie

par L. GRENET,

Un ouvrage de 222 pages, format 17 × 25 cm avec 50 figures. Editeur : Librairie Polytechnique Ch. Béranger, Paris et Liège. Prix broché 60 fr.

L'interprétation des transformations des systèmes matériels au moyen des principes de la thermodynamique constitue le thème général de l'ouvrage de M. Grenet.

Dans la première partie l'auteur expose les principes de la thermodynamique et définit les caractéristiques des systèmes et des milieux.

La deuxième partie est consacrée à l'application des principes de la thermodynamique aux phénomènes chimiques.

Dans la troisième partie l'auteur donne quelques exemples industriels et métallurgiques et notamment, production d'une phase métallique par réduction d'un oxyde par le carbone, obtention d'une phase de composition donnée, diagrammes d'équilibre.

Cet exposé très complet s'adresse aux praticiens de la métallurgie, qui y trouveront les développements fondamentaux sur lesquels s'appuie la métallurgie.

Guide de la métallurgie, construction mécanique et électrique

Un volume de 252 pages, format 13,5 × 21,5 cm. Edité par les Guides Hallet, Bruxelles 1937. Prix : 31 francs belges.

Cet ouvrage, qui fait partie de la série des guides industriels belges, contient une nomenclature complète classant par localités les industries belges de toute nature : hauts fourneaux, aciéries, laminiers, fonderies, forges, ateliers de construction, transformateurs de métaux et matériel électrique. Cette année-ci le guide de la métallurgie s'est augmenté d'un chapitre nouveau sur l'organisation européenne du Commerce de l'acier en général.

Classements analytique et alphabétiques rendant les recherches extrêmement faciles.

(1) Nous pouvons procurer ce numéro 3-1936 d'ACIER à nos lecteurs de Belgique et de Luxembourg au prix de 2,25 francs français.

N° 9 - 1937



450

Construisez en acier!

Le remplacement des rivets par la soudure dans la charpente métallique

par M. GERBEAUX

Un ouvrage de 135 pages, format 16 × 24 cm, illustré de 151 figures. Edité par l'Institut de Soudure Autogène, Paris, 1937.

Après avoir rappelé que la soudure autogène était définie par trois propriétés : permanence, continuité, homogénéité, l'auteur passe en revue dans la première partie de l'ouvrage les propriétés mécaniques et l'équilibre élastique des assemblages soudés, les essais des assemblages, leur résistance à la corrosion, le choix de l'acier et des électrodes, etc. La seconde partie traite de l'emploi de la soudure dans les charpentes métalliques. On y trouve des détails sur : pylônes des lignes aériennes, hangars, garage à charpente, ponts en treillis soudés, ossatures soudées, etc. Le chapitre consacré aux ponts soudés est particulièrement intéressant. L'auteur y donne de nombreux exemples de ponts construits en Europe dont plusieurs cités dans L'OSSATURE MÉTALLIQUE.

En conclusion l'auteur souligne que la soudure autogène augmente considérablement la durée des constructions qui résistent en effet mieux à la corrosion; d'autre part la soudure permet de réaliser des allègements de 10 à 35 % et des réductions correspondantes des prix de revient.

L'ouvrage de M. Gerbeaux constituera un guide pour les ingénieurs qui ont à étudier des projets de charpentes soudées.

Traité pratique de construction et aménagement des usines. Tome II, Hygiène et confort dans l'usine

par L. GRIVEAUD

Un volume in-8° de 340 pages, avec 204 figures dans le texte, prix relié : 173,25 francs belges. Librairie Polytechnique Ch. Béranger, Liège 1936.

Le tome II de cet ouvrage (1), comprend les parties suivantes :

- 1° Hygiène et confort;
- 2° Utilisation de la chaleur;
- 3° Production de l'énergie.

On trouve dans cet intéressant livre des renseignements très complets et très précis sur l'éclairage, le chauffage, la ventilation, le rafraîchissement de l'air, les combustibles et les fours, ainsi que sur les différentes machines et usines hydrauliques, thermiques et électriques.

L'auteur donne également des calculs relatifs à l'éclairage, au chauffage, à la ventilation et aux cheminées d'usine.

(1) Le tome Ier a fait l'objet d'un compte rendu dans le n° 7-8, 1936, de L'OSSATURE MÉTALLIQUE, p. 368.

Maximum de sécurité

Schweizerischer Ingenieur-Kalender 1937
(Agenda aide-mémoire de l'ingénieur suisse),
publié sous la direction de M. Aebi, ing.

Un volume de 727 + XL pages, format 10 × 16 cm, illustré de très nombreuses figures. Edité par Schweizer Druck- und Verlagshaus, Zurich, 1937.

Cet ouvrage dont c'est la 58^e édition se présente sous la forme d'un agenda très complet de format pratique contenant de nombreux tableaux, formules, diagrammes, dessins, etc.

On y trouve notamment des renseignements détaillés sur la topographie, les maçonneries, les fondations, les ponts, les chemins de fer et tunnels, l'hydraulique, l'électrotechnique, les machines industrielles, ainsi qu'un aide-mémoire spécialement rédigé à l'usage des entrepreneurs. Le chapitre traitant des ponts est particulièrement intéressant, il contient notamment de nombreux détails sur les ponts métalliques.

Schweizerischer Bau-Kalender 1937 (Agenda aide-mémoire de la construction) publié sous la direction du Dr W. Hauser

Un volume de 671 + XLVII pages, format 10 × 16 cm, illustré de très nombreuses figures. Edité par Schweizer Druck- und Verlagshaus, Zurich, 1937.

La 58^e édition de cet aide-mémoire, très répandu en Suisse, contient tous les renseignements qui peuvent être utiles à l'ingénieur-constructeur et à l'entrepreneur de travaux.

On y trouve notamment des données sur les diverses branches du bâtiment : terrassements et maçonneries, escaliers, planchers et toitures, pierres naturelles et artificielles, cheminées, plafonnage, asphaltage, installations d'électricité, de gaz, d'eau, de chauffage, etc.

Schweizerischer Bau- und Ingenieur-Kalender 1937 - Anhang (Complément aux aide-mémoire du constructeur et de l'ingénieur suisses)

Un volume de 510 + VIII pages, format 10 × 16 cm, illustré de très nombreuses figures. Edité par Schweizer Druck- und Verlagshaus, Zurich, 1937.

Cet ouvrage qui complète la série des aide-mémoire suisses est important; on y trouve des renseignements extrêmement utiles sur les mathématiques, la physique, la résistance des matériaux, les caractéristiques des profilés, la mécanique et la statique, le béton armé, etc.

Un chapitre traite des normes de la Société suisse des Ingénieurs et Architectes régissant les constructions en acier et en béton armé.

Ce formulaire est destiné aux praticiens de l'industrie du bâtiment.

Minimum d'encombrement

Traité pratique de galvanisation à chaud

par J. CHAMBRAN

Un volume de 137 pages format 15,5 × 23,5 cm, illustré de 46 figures et d'une planche hors texte. Edité par « L'Usine », Paris, 1937. Prix 24 francs français.

Au début de son ouvrage l'auteur rappelle qu'il existe actuellement quatre grandes méthodes industrielles pour la protection du fer ou de l'acier contre la corrosion : La galvanisation à chaud, la méthode par projection (consistant à réaliser le recouvrement par la projection du zinc vaporisé), l'électro-galvanisation et la sérardisation (emploi de poussières de zinc). Le traité consacré à la galvanisation à chaud comporte quatre divisions : principes généraux de galvanisation à chaud, galvanisation mécanique à chaud, galvanisation à chaud à la main, opérations de façonnage.

Un chapitre entier est consacré aux installations de galvanisation et au choix des appareils. A signaler également les pages traitant de la galvanisation à la main. Une planche hors texte donnant le plan d'ensemble d'un creuset de galvanisation mécanique est annexé à la fin de cet ouvrage.

A. B. S. Rapport n° 29. Standardisation des profilés

Une brochure format A 4 (210 × 297 mm), de 18 pages, illustrée de 8 figures. Editée par l'Association Belge de Standardisation, Bruxelles, 1936.

Dans cette brochure on trouve les tableaux donnant les caractéristiques des différents profilés, tels que poutrelles, fers T, fers U, cornières égales et inégales.

Tous les tableaux contiennent pour chacun des axes principaux un coefficient d'économie au point de vue du flambage. Les tableaux relatifs aux poutrelles et aux fers U fournissent, en outre, un coefficient d'économie au point de vue de la flexion.

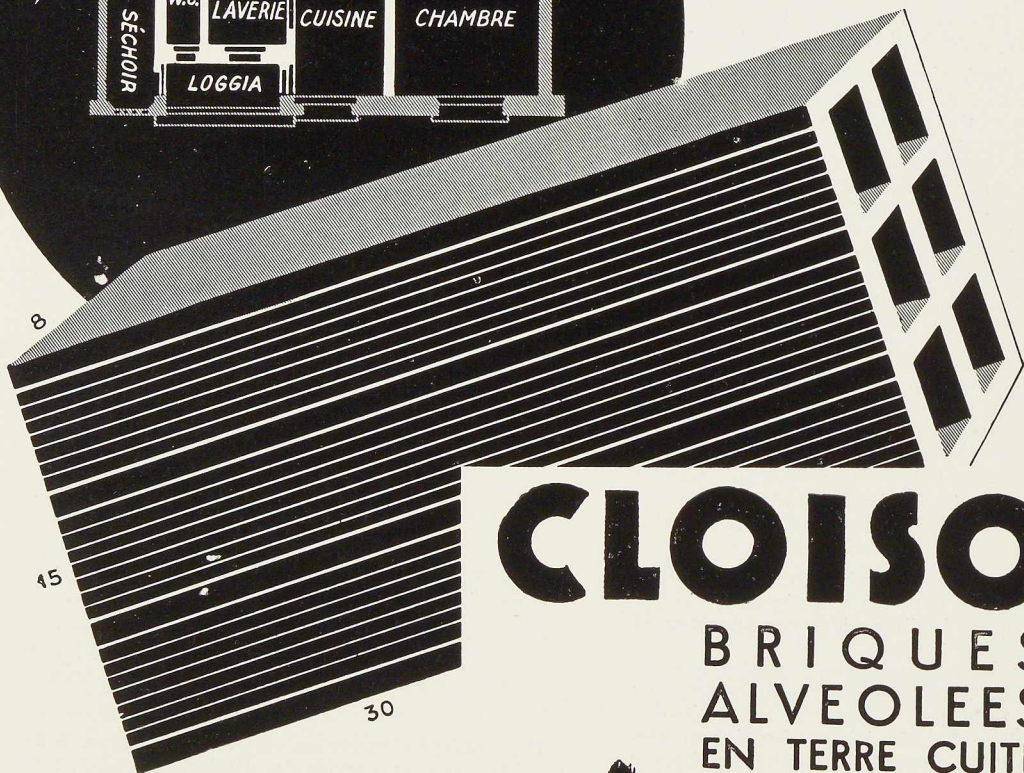
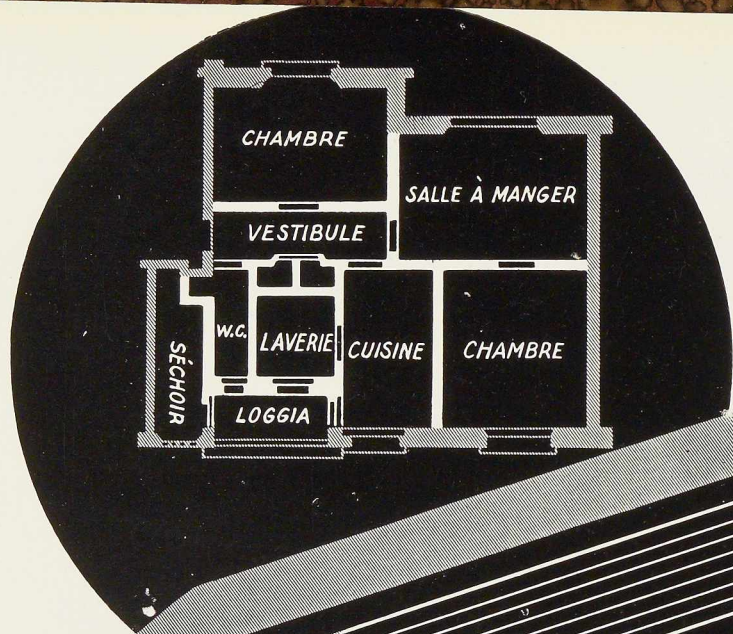
A. B. S. Publication n° 12. Standardisation des profilés

Un ouvrage format B 6 (125 × 176 mm), de 18 pages, illustrées de 8 figures. Edité par l'Association Belge de Standardisation, Bruxelles, 1936, prix 12 francs belges.

La publication n° 12 est un catalogue des profilés standardisés; poutrelles, fers U, cornières égales et cornières inégales, tels qu'ils ont été déterminés et calculés dans le rapport n° 29 de l'A.B.S. et présentés sous un format pratique.

N° 9 - 1937





CLOISONS

BRIQUES
ALVEOLEES
EN TERRE CUITE

ni fissures, ni taches

CLOUABLES
LEGERES
ECONOMIQUES

TUILERIES ET BRIQUETERIES D,

HENNUYERES

ET DE WANLIN

SOCIETE AN. A HENNUYERES

TELEPHONES : REBECQ 214

BRAINE-LE-COMTE 9.

AGENCE ET SALLE D'EXPOSITION A BRUXELLES, 6, PLACE STEPHANIE. TÉLÉPHONE 12.01.86

Documentation Bibliographique

Résumé des articles relatifs aux applications de l'acier parus dans la presse technique (1)

L'OSSATURE MÉTALLIQUE a publié dans son n° 1-1937, pp. 43-45, le tableau d'indexation des matières qui a été adopté pour la présente rubrique

Généralités

14.11/31. — **Calcul rationnel des bâtiments à ossature métallique.** — J. FLEETWOOD BAKER, *Journal of the Inst. of C. E.*, n° 7, juin 1936, pp. 127-230, 39 fig.

Voir fiche 14.21/61.

14.21.66. — **Calcul rationnel des bâtiments à ossature métallique.** — J. FLEETWOOD BAKER, *Journal of the Inst. of C. E.*, n° 7, juin 1936, pp. 127-230, 39 fig.

Dans cet article, l'auteur passe en revue les méthodes de calcul existant dans le domaine des cadres rigides métalliques. Un chapitre est consacré aux investigations des nœuds sous l'effet des différentes sollicitations et notamment sous l'action du vent. Un exemple de calcul termine cet intéressant article.

14.21.67. — **Méthodes de calcul approchées relatives aux cadres rigides soumis à des charges horizontales.** — P. DOMERSCHIKOV, *Vnutrezavodskij Transport i Staln Konst.*, n° 5-6, 1937, pp. 32-35, 7 fig.

Les calculs des cadres rigides à plusieurs travées ou étages étant très compliqués, l'auteur propose une méthode approchée donnant des résultats assez exacts. Plusieurs tableaux et abaques facilitent la compréhension de cet article.

14.22/24. — **Formules de calcul pour piliers soumis à la flexion et à la compression.** — I. SHTAERMAN et A. PIKOWSKIJ, *Vestnik Inz. i Techn.*, n° 6, juin 1937, pp. 369-371, 1 fig.

L'auteur donne la marche à suivre et les formules pour le calcul des piliers soumis à flexion et à compression.

14.22/25. — **Déformation plastique d'une plaque à la flexion simple.** — V. SVIDA, *Vestnik Inzhen. i Techn.*, avril 1937, pp. 224-227, 2 fig.

Théorie et exemple de calcul donnant les tensions dans la zone élastique et la zone plas-

tique d'une plaque métallique soumise à la flexion.

14.42/7. — **La question des coefficients dynamiques pour ponts-roulants.** — P. BOGUSLAVSKIJ, *Vnutrizavodskij Transport i Staln Konst.*, n° 5-6, 1937, pp. 3-6, 8 fig.

Difficulté de la détermination théorique du coefficient dynamique; celui-ci doit être déterminé expérimentalement au moyen d'appareils spéciaux.

15.30/128. — **Faisons le point.** — R. GRANJON, *Bull. Soc. Ing. Soud.*, n° 44, janv.-févr. 1937, pp. 2614-2634, 23 fig.

Brièvement, l'auteur retrace les diverses étapes du développement de la soudure autogène par tous les procédés, et montre, par des exemples de constructions réalisées en faisant usage de chacun d'eux, leurs possibilités. Progrès dans l'art de souder et du matériel à souder.

15.30/129. — **Les avantages de l'oxy-coupage et de la soudure dans la construction des bâtis de machines.** — J.-E. LANGUEPIN, *Bull. Soc. Ing. Soud.*, n° 43, nov.-décembre 1936, pp. 2441-2445.

Voir fiche 50.1/8.

15.32/22. — **Gabarits et pinces de fixation utilisés pour souder.** — W. MEADOWCROFT, *Weid. Journ.*, n° 4, avril 1937, pp. 11-13, 8 fig.

Les gabarits et pinces de fixation doivent répondre à certaines qualités en rapport avec le travail à exécuter et la machine sur laquelle se fait le travail. Description de quelques travaux.

15.33/40. — **La détermination des tensions résiduelles dans les tôles soudées à l'arc.** — H. E. LANCE MARTIN, *The Welder*, n° 42, mai 1937, pp. 139-146.

L'auteur passe en revue la nouvelle technique employée pour la détermination des tensions résiduelles dans l'acier. Par déplacements résiduels on entend les déplacements dans le matériau provoqués par la soudure.

15.33/41. — **La distribution des tensions dans les cordons de soudure.** — *Engineering Foundation*, supplém. à *Amer. Welding Journal*, de mai 1937, pp. 1-24, 26 fig.

Importante étude, appuyée sur une documentation étendue exposant, du point de vue théorique et du point de vue pratique (résul-

(1) La liste des quelque 275 périodiques reçus par notre Association, a été publiée dans les n° 1-1937, pp. 46-50, n° 4-1936, p. 207 et n° 9-1936, p. 421 de L'OSSATURE MÉTALLIQUE. Ces périodiques peuvent être consultés en la salle de lecture du Centre belgo-luxembourgeois d'Information de l'Acier, 14, rue Van Orley, à Bruxelles, ouverte de 8 à 17 heures tous les jours ouvrables (les samedis : de 8 à 12 heures).



SOCTE ANME DES USINES A TUBES DE LA MEUSE
 ABRI-GUERITE G.B. POUR UN SPECIALISTE ASSIS
 TYPE S.G.S

En cas de bombardement, certains appareils doivent fonctionner à tout prix: tableaux de distribution électrique, écluses, aiguillages de chemin de fer, machines d'extraction, etc. L'ABRI G. B. est la guérite indispensable pour la protection des agents auxquels est confié le maniement de ces appareillages.

USINES A TUBES DE LA MEUSE
 STÈME FLÉMALLE-HAUTE
 BELGIQUE

tm

SOBELPRO

Sauvegardez l'avenir

tats d'essais) la distribution des tensions dans différents types de soudures. Cet exposé fait le point des connaissances actuelles dans ce domaine.

15.33/42. — **Bases de calcul des bâtis soudés.** — H. GERBEAUX, *Bull. Soc. Ing. Soud.*, n° 44, janv.-févr. 1937, pp. 2635-2654, 18 fig.

L'auteur indique en premier lieu les caractères propres aux bâtis soudés, puis les conditions de calcul en tenant compte des divers efforts auxquels sont soumis les bâtis. Ensuite il fait ressortir les propriétés intéressantes des divers matériaux utilisables pour la constitution des bâtis et établit entre ces matériaux une comparaison judicieuse.

15.34 a/91. — **Les réalisations en France et à l'étranger de bâtis et montages soudés.** — R. SALLELES, *Bull. Soc. des Ing. Soud.*, n° 43, nov.-décembre 1936, pp. 2445-2480, 54 fig.

Voir fiche 50.1/7.

15.34 a/92. — **Pour mettre la soudure autogène en pratique.** — *Soudure*, n° 1, janv.-févr. 1937, pp. 23-27, 8 fig.

L'application de la soudure autogène dans la chaudronnerie, l'ossature métallique, les charpentes, etc., fait l'objet de cet article. Courte description de quelques pièces réparées par soudure.

15.34 a/93. — **Soudure des rails bout à bout.** — J. A. HARTLEY, *Weld. Journ.*, n° 4, avril 1937, pp. 7-10.

Vu les grands progrès réalisés dans ce domaine, ces dernières quatre années, l'auteur explique les différents procédés employés, leur mécanisme, les précautions à prendre et donne une nomenclature du matériel nécessaire à chaque procédé.

15.34 d/15. — **L'application de la soudure aux grands réservoirs en acier.** — HARRY C. BOARDMAN, *The Welding Journal*, n° 6, juin 1937, pp. 16-19, 3 fig.

Détails des soudures bout à bout et à recouvrement pour réservoirs en acier. Progrès réalisés dans ce domaine aux Etats-Unis.

15.34 d/16. — **La soudure des récipients et chaudières à haute pression en tôles épaisses.** — F. FALTUS, *Rev. Soud. Autog.*, n° 277, avril 1937, pp. 75-80, 12 fig.

Après avoir justifié l'emploi et la supériorité de la soudure sur les autres modes d'assemblage dans la construction des récipients et chaudières à haute pression, l'auteur examine les résultats d'essais exécutés sur des chaudières soudées.

15.35/87. — **La distribution des tensions dans les cordons de soudure.** — *Engineering Foundation*,

Construisez en acier!

supplém. à *Amer. Welding Journal*, de mai 1937, pp. 1-24, 26 fig.

Voir fiche 15.33/41.

15.35/88. — **Examen critique des méthodes d'essai des soudures.** — H. MICHEL, *Arcos*, n° 78, mars 1937, pp. 1593-1603, 28 fig.

L'auteur, se basant sur l'expérience acquise durant ces dernières années, s'attache à dégager les erreurs fondamentales dans lesquelles restent trop souvent certains usages de la soudure.

15.35/89. — **Le contrôle des soudures.** — R. SALLELES, *Rev. de la Soud. Autog.*, n° 277, avril 1937, p. 83.

Ayant rappelé les facteurs qui interviennent pour caractériser la valeur d'une soudure, l'auteur passe en revue les principaux procédés de contrôle, avant, pendant et après exécution d'assemblages soudés.

15.36 a/60. — **Première drague à huitres entièrement en acier soudé.** — T. E. DEPEW, *Weld. Eng.*, n° 3, mars 1937, pp. 22-23, 2 fig.

Voir fiche 42.2/38.

15.36 b/44. — **Modification d'un pont basculant.** — *Arcos*, n° 78, mars 1937, pp. 1611-1615, 8 fig.

Voir fiche 20.4/3.

Ponts

20.0/83. — **Entretien méthodique et périodique 1° des ponts métalliques; 2° des signaux; 3° des supports en fer des lignes de contact des chemins de fer électriques.** — Th. W. MUNDT, *Bull. Ass. Int. Congrès Ch. Fer*, n° 3, mars 1937, pp. 47-60.

Voir fiche 54.0/36.

20.11 a/95. — **Projet d'un nouveau pont soudé sur la Vistule à Varsovie.** — B. SZUPP, *Spawanie i Ciecie Metali*, mai 1937, pp. 104-105.

La ville de Varsovie avait ouvert un concours pour le meilleur projet d'un nouveau pont en acier à prévoir sur la Vistule à Varsovie. Le projet gagnant est celui d'un pont à 6 poutres soudées composées de tôles et à 6 travées appuyées sur des culées à caissons. Les 2 viaducs d'accès sont également en acier. L'auteur décrit également les autres projets primés.

20.11 a/96. — **Projet d'un pont composé de tôles soudées, à Varsovie.** — T. KLONICKI, *Zycie Techniczne*, mai 1937, pp. 108-109, 3 fig.

L'article est écrit par l'auteur du meilleur projet d'un concours pour un pont-route soudé en acier qui serait à construire sur la Vistule, à Varsovie. Le pont proprement dit se compose de 6 travées : 4 centrales de 100 mètres et 2 extrêmes de 70 mètres. La partie portante se compose de 6 poutres continues s'ap-



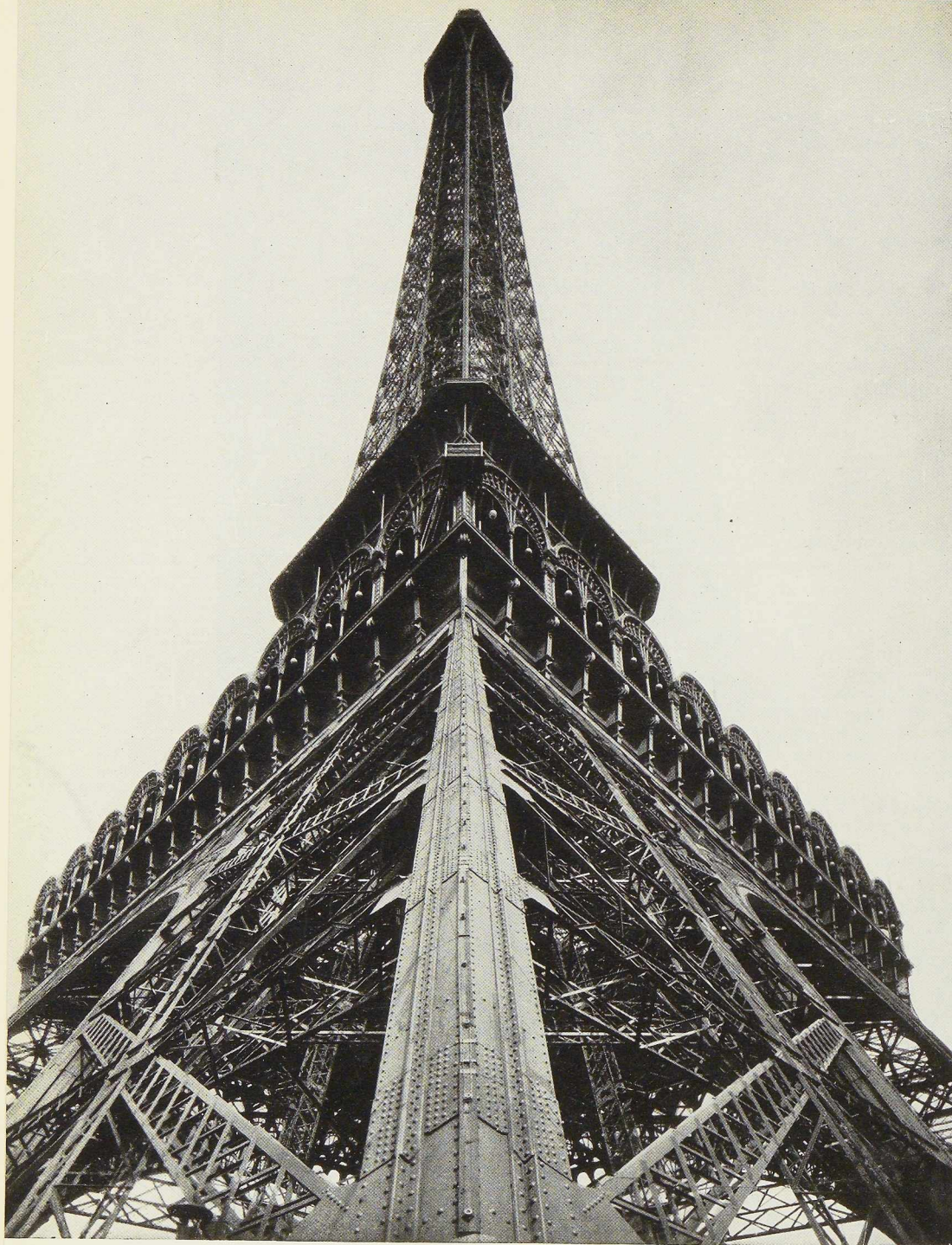


Photo Horizon de France

En 1932
comme déjà
en 1907
en 1917
en 1924

une seule
couche de

Ferrubron- Ferriline

a suffi à protéger
totalement contre
l'oxydation,

LA TOUR EIFFEL

Pour la peinture
des ouvrages
métalliques
employez la

FERRILINE

FABRIQUÉE EN
BELGIQUE PAR

LES FILS LEVY-FINGER

S. A. TÉL. : 26.39.60-26.43.07 - R. ED. TOLLENAERE, 32-34, BRUXELLES

Maximum de sécurité

Construisez en acier!

puyant sur 5 culées à caissons. Les poutres seraient composées de tôles. La soudure électrique constituerait l'unique mode d'assemblage, aussi bien à l'usine qu'au chantier. L'accès au pont se ferait sur chaque rive, d'une part par un viaduc également en acier, et d'autre part par des escaliers. La longueur totale du pont, y compris les 2 viaducs serait d'environ 1 1/2 km. La quantité d'acier mise en jeu serait de 13.000 tonnes.

20.12 a/79. — **Construction des piles du New Orleans Bridge sur le Mississipi.** — *Engineer*, n° 4244, 14 mai 1937, pp. 556-558, 6 fig.

Voir fiche 20.36/33.

20.12 a/80. — **Le nouveau pont de Wandsworth.** — *Civil Engineering*, Londres, n° 372, juin 1937, pp. 223-226, 4 fig.

L'ancien pont de Wandsworth, Angleterre, actuellement en démolition, sera remplacé par un nouveau pont métallique à 3 travées de $52 + 92 + 52$ m de portée. Les 2 travées de rive se prolongent en cantilever. La partie centrale de la travée du milieu est suspendue.

20.12 a/81. — **Construction du Salyer Bridge en Californie.** — *Eng. News-Rec.*, n° 23-24, juin 1937, pp. 947-948, 1 fig.

Pont en treillis continu de $24 + 48 + 24$ m de portée de 3^m60 de largeur de chaussée, établi sur la rivière Trinity. Tous les assemblages de montage sont constitués par des boulons à corps laminé. Description du montage exécuté par de la main-d'œuvre non qualifiée.

20.121 a/19. — **Les ponts soudés de Vivegnis et Hermalle sur le canal Albert.** — *Arcos*, n° 79, mai 1937, pp. 1637-1640, 9 fig.

Caractéristiques et description des deux plus grands ponts-routes soudés, type Vierendeel. Portée : 90 mètres.

20.13 a/46. — **La reconstruction du pont de Chelsea.** — *Engineering*, n° 3721, 7 mai 1937, pp. 519-522, 8 fig.

Caractéristiques de ce pont; description des divers éléments constitutifs, du montage et du finissage.

20.13 a/47. — **Le nouveau pont de Chelsea.** — *Engineer*, n° 4243, 7 mai 1937, pp. 541-544, 14 fig.

Le nouveau pont de Chelsea, du type suspendu a $52^m50 + 106$ m + 52^m50 de portée; largeur carrossable : 12^m15 , largeur trottoirs : 3^m65 . Les échafaudages nécessaires au montage étaient en tubes d'acier.

20.13 a/48. — **Projet du « Lions' Gate Bridge » (Canada).** — *The Engineer*, n° 4244, 14 mai 1937, pp. 566, 1 fig.

L'auteur donne les caractéristiques de ce pont suspendu. Portée : 187 m + 455 m + 187 m et 670 m d'ouvrages d'approche; lar-

geur carrossable : 9 m; trottoirs : 1^m22 ; tirant d'air : 61 m environ.

20.13 a/49. — **Pont suspendu sur la rivière Tamasulapa au Guatemala.** — *Eng. News-Rec.*, 17 juin 1937, pp. 912-913, 2 fig.

Pont suspendu sur barres à œillets, de 73 m de portée centrale avec travées latérales de 30 m, du type à auto-ancrage. Ce pont, construit par des ingénieurs américains en collaboration avec les autorités locales, fait partie de la route internationale panaméricaine.

20.13 b/8. — **Réflexions nouvelles sur les ponts suspendus.** — G. PIGEAUD, *Génie Civil*, nos 1, 2, 3 et 4, des 3, 10, 17 et 24 juillet 1937, pp. 8-12, 34-36, 56-59, 77-81, 5 fig.

Cette importante étude théorique comporte les chapitres suivants : étude de l'ouvrage sans poutre de rigidité; étude de l'ouvrage avec poutre de rigidité; étude du contreventement horizontal. Conclusion.

20.13 c/25. — **Pont suspendu San Francisco-Oakland.** — E. SEILER, *V. D. I.*, n° 20, 15 mai 1937, pp. 557-561, 18 fig.

Description du pont suspendu de San Francisco-Oakland. Détails de construction et de montage. Cette construction a nécessité 53.000 tonnes d'acier dont plus de 16 % d'aciers à haute résistance. (Voir également L'OSSATURE MÉTALLIQUE, n° 9, 1936, p. 425.)

20.14 a/37. — **Le viaduc de Lorain-Road à Cleveland, Ohio.** — *Engineering*, n° 3722, 14 mai 1937, pp. 541-543, 31 fig.

Un viaduc à arches en acier vient d'être construit au-dessus du fleuve Rocky, aux Etats-Unis. Le viaduc se compose de 2 travées en arc de 78 m de portée et de 2 travées de rive également en arc, de 71^m50 . Des travées d'accès complètent l'ensemble.

20.15 a/21. — **La tendance moderne dans la construction des ponts.** — C. W. OGDEN, *Civ. Engineering New-York*, n° 6, juin 1937, pp. 402-404, 6 fig.

Examen des tendances actuelles dans la construction des ponts. Exemple de différents ponts métalliques construits récemment aux Etats-Unis.

20.21 a/7. — **Le pont de Kincardine.** — BROWN, *Journal of the Inst. of C. E.*, n° 6, avril 1937, pp. 687-759, 30 fig.

Description très complète du pont métallique de Kincardine en Ecosse. La longueur totale du pont atteint 820 m et comporte plusieurs types de construction : dont 2 fois 7 travées métalliques de 30 m et une travée tournante (2 ouvertures de 45 m) comportant deux poutres en treillis de 110 mètres de longueur.

20.36/33. — **Construction des piles du New**



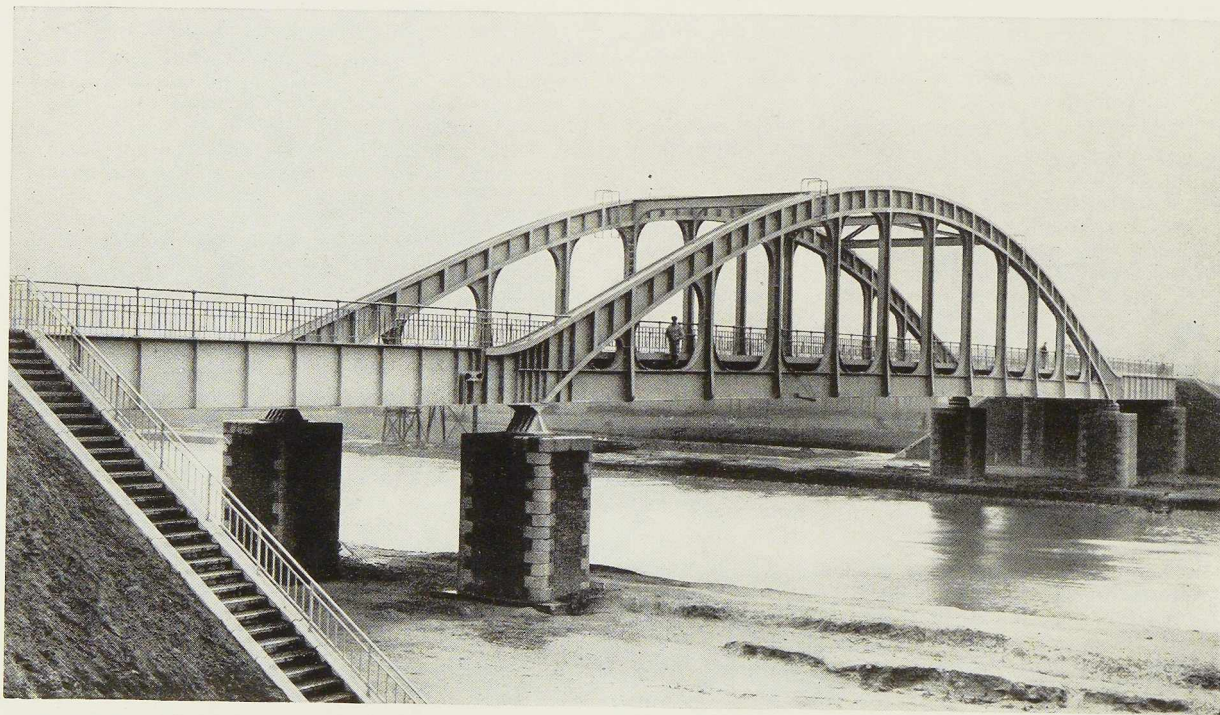
Société Anonyme de

Baume & Marpent

HAINES-SAINTE-PIERRE

Téléph : LA LOUVIERE Nos 5 et 251

TÉLÉGR. : BAUMARPENT-HAINES-SAINTE-PIERRE



PONT DE STOCKROYE SUR LE CANAL ALBERT

Ponts et Charpentes · Gazomètres et Réservoirs

Matériel Roulant : Voitures · Wagons · Tenders · Automotrices

Aciéries Siemens-Martin et Bessemer

Essieux · Bandages · Trains de roues · Moulages divers

Usines : Haine-Saint-Pierre et Morlanwelz (Belgique)

Marpent (Département du Nord - France)

Administrateur - Délégué : H. Fauquel - Moyaux

Minimum d'encombrement

Orleans Bridge sur le Mississipi. — *Engineer*, n° 4244, 14 mai 1937, pp. 556-558, 6 fig.

Après avoir rappelé les caractéristiques du « New-Orleans Bridge », l'auteur fait une description très complète de la construction des piles au moyen de profonds caissons mis en place par la méthode de l'île de sable.

20.4/3. — **Modification d'un pont basculant.** — *Arcos*, n° 78, mars 1937, pp. 1611-1615, 8 fig.

Description des modifications apportées à un pont basculant de 1.100 tonnes (type Scherzer) à Austruweel, près d'Anvers. Les jantes des secteurs ont été remplacés et les secteurs ont été renforcés. L'emploi de la soudure a permis d'éliminer de grosses difficultés.

Charpentes

30.0/42. — **Statue gigantesque en acier inoxydable.** — V. NICOLAEV et P. TARASSENKO, *Arkhitektura S.S.S.R.*, mai 1937, pp. 7-12, 6 fig.

Statue en acier inoxydable pour le pavillon de l'U.R.S.S. à l'Exposition internationale de Paris 1937. Hauteur de la statue : 24^m50, hauteur du socle : 31 m. Poids de l'ossature métallique : 50 tonnes. La statue est calculée pour un effort du vent de 150 kg/m².

30.2/8. — **Le nouveau jardin d'hiver du museum d'Histoire naturelle à Paris.** — A. GOISSAUD, *Constr. Moderne*, n° 25, 9 mai 1937, pp. 540-544, 4 fig.

Le nouveau jardin d'hiver, de 55 mètres de longueur et 20 mètres de largeur, est à toiture entièrement vitrée portée par des arcs en acier.

30.2/9. — **Serre construite à Saint-Louis.** — *Arch. Record*, juin 1937, p. 31, 2 fig.

Serre entièrement vitrée dont la toiture est portée par des arcs elliptiques en acier.

30.3/90. — **Serre construite à Saint-Louis.** — *Arch. Record*, juin 1937, p. 31, 2 fig.

Voir fiche 30.2/9.

30.3/91. — **Le nouveau jardin d'hiver du museum d'Histoire naturelle à Paris.** — A. GOISSAUD, *Constr. Moderne*, n° 25, 9 mai 1937, pp. 540-544, 4 fig.

Voir fiche 30.2/8.

30.3/92. — **Projets pour la reconstruction du Crystal Palace.** — *The Master Builder*, n° 896, juin 1937, p. 196, 3 fig.

Les figures de cet article montrent 3 projets pour un nouveau Crystal Palace remplaçant celui détruit par un incendie. Les 3 projets sont à ossature métallique.

30.3/93. — **Nouvel aéroport commercial de Cologne.** — *Moderne Bauformen*, n° 6, juin 1937, pp. 289-296, 18 fig.

Voir fiche 43.0/12.

30.5/42. — **Pylône en poutrelle à larges ailes.** —

Construisez en acier!

Eng. News-Rec., n° 21, 27 mai 1937, p. 797, 1 fig.

Pylône d'une belle esthétique utilisé pour l'éclairage du pont de Golden Gate, San Francisco.

30.6/33. — **Echafaudage en tube en acier soudé.** — W. GUDÉ, *Steel*, n° 25, 21 juin 1937, pp. 46-72, 2 fig.

L'auteur fait une brève description des échafaudages en tube en acier et notamment d'un de ceux-ci ayant une hauteur de 12^m50. Les avantages de ce type d'échafaudage et quelques détails de montage sont donnés.

31.1/48. — **Les Usines de la parfumerie Yardley à Londres.** — *Design and Construction*, n° 8, juin 1937, p. 317, 3 fig.

La célèbre parfumerie Yardley a fait construire à Londres une nouvelle usine. Cette construction qui comprend quatre étages est à ossature métallique.

31.1/49. — **Station électrique de Norwich.** — *Design and Construction*, n° 8, juin 1937, p. 310, 3 fig.

La nouvelle station électrique de Norwich, due à l'architecte J. G. Davies, est une construction à ossature métallique.

31.1/50. — **Immeuble industriel de la Rolling Mill Co.** — *Eng. News-Rec.*, n° 16, 22 avril 1937, p. 609, 3 fig.

Immeuble pour laboratoire de recherche construit en tôle galvanisée et émaillée fixée à une ossature métallique.

31.1/51. — **Un entrepôt en construction métallique soudée.** — *Engineering*, n° 3724, 28 mai 1937, pp. 623-624, 5 fig.

Un grand entrepôt entièrement en construction soudée a été construit récemment à Birmingham.

31.2/122. — **Le nouveau bâtiment de recherches du Mellon Institute à Pittsburgh.** — *Constr. Meth.*, juin 1937, p. 41, 3 fig.

Ce vaste bâtiment de 8 étages occupe une superficie de 8.300 m². Son ossature métallique comporte 3.930 tonnes d'acier; il y a eu, en outre, 850 tonnes de ronds à béton.

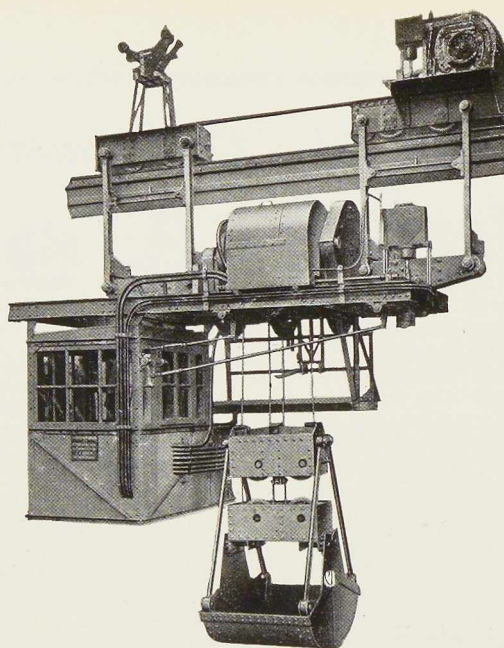
31.2/123. — **Turnstile House à Londres.** — *Design and Construction*, n° 8, juin 1937, p. 318, 3 fig.

Ce vaste immeuble de bureaux comprend 7 étages. Le Turnstile House, œuvre des architectes Wimperis, Simpson et Guthrie, est un bâtiment à ossature métallique.

31.2/124. — **L'ossature métallique du nouveau bâtiment de la foire annuelle de Berlin.** — *Cobouw*, n° 44, 4 juin 1937, p. 5, 2 fig.

Courte description de l'ossature métallique à assemblages rivés. Le bâtiment couvrira une surface de 230^m50 × 42^m40. Quelques détails de construction. Tonnage d'acier : 2.000 tonnes.





MONORAIL ÉLECTRIQUE

Charge maxima grappin compris . . . 3.200 kg.
 Vitesse de levage : 42 m }
 Vitesse de translation : 90 m } par minute.

A·C·M·T

Ateliers de Construction Mécanique de Tirlemont A TIRLEMONT

ANCIENNEMENT :
ATELIERS DE CONSTRUCTION DE J.-J. GILAIN

ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE : GILAIN-TIRLEMONT

TÉLÉPHONE : 12 et 239

INSTALLATIONS COMPLÈTES DE SUCRERIES DE CANNE ET DE BETTERAVE ET RAFFINERIES. – Cuites et Cristalliseurs « Lafeuille » brevetés.

APPAREILS EN ACIERS SPÉCIAUX résistant aux hautes températures ou aux acides.

APPAREILS DE LEVAGE ET DE TRANSPORT. – Grues, ponts roulants, ponts portiques, transbordeurs, grues de port, mise à terrils, chemins de fer aériens par câbles, monorails, chariots automoteurs, skips, grappins perfectionnés (licence « Voorwinde »).

APPAREILS DE MANUTENTION. – Transporteurs, élévateurs, convoyeurs, vis, chaînes en fonte malléable ou acier, godets emboutis soudés ou rivés, boulets de broyage.

MÉCANIQUE GÉNÉRALE ET CHAUDRONNERIE. – Machines d'extraction, compresseurs, machines à vapeur, pompes à vide et à gaz, pompes centrifuges, pompes alternatives, appareils de distillation pour tous liquides, concasseurs, broyeurs et aéropulvérisateurs « Goliath » (licence « Wauthier »); réservoirs pour tous liquides, tanks à essence, locomotives Diesel (licence D. K. W.).

INSTALLATIONS « IWEL » (licence exclusive). – Traitement à sec des graisses alimentaires et industrielles par appareils Iwel-Laabs brevetés. Traitement des noix palmistes par procédés « Iwel » brevetés.

Sauvegardez l'avenir

31.2/125. — **L'immeuble commercial « Gutenberghus » à Copenhague.** — *Tech. Travaux*, juin 1937, pp. 297-300, 7 fig.

Description d'un bâtiment commercial construit à Copenhague, dont les étages sont constitués par une ossature métallique avec remplissage en briques. Les chambranles des portes et châssis de fenêtres sont en acier.

36.0/31. — **Réservoirs de faible poids et de grande capacité.** — *Revue du Nickel*, n° 3, mai 1937, pp. 76-79.

Description de réservoirs pour gaz sous pression destinés à différents usages et réalisés en acier au nickel-chrome-molybdène.

36.0/32. — **Vérifications des réservoirs soudés soumis à pression.** — E. R. FISH, *Welding Journal*, mai 1937, pp. 4-5.

L'auteur examine les vérifications à effectuer, tant en cours de construction qu'ultérieurement en service, en s'attachant principalement à l'examen des soudures.

36.2/11. — **Gazomètre sphérique à haute pression à Stettin.** — E. HOMBERG et G. RIEMP, *V.D.I.*, n° 24, 12 juin 1937, pp. 695-697, 5 fig.

Ce gazomètre sphérique est formé de 48 viroles cintrées, disposées de façon à ce que les cordons de soudure soient tous environ inclinés à 45°. Diamètre de la sphère : 21^m30. Capacité : 5.000 m³ à 1 atm. de pression, soit 25.000 m³ à 5 atm. Exécution par soudure à double cordon, acier 300 tonnes.

36.5/5. — **La soudure des récipients et chaudières à haute pression en tôles épaisses.** — F. FALTUS, *Rev. Soud. Autog.*, n° 277, avril 1937, pp. 75-80, 12 fig.

Voir fiche 15.34 d/16.

37.2/4. — **La question des coefficients dynamiques pour ponts-roulants.** — P. BOGUSLAVSKIJ, *Vnutrizavodskij Transport i Staln. Konst.*, n° 5-6, 1937, pp. 3-6, 8 fig.

Difficulté de la détermination théorique du coefficient dynamique; celui-ci doit être déterminé expérimentalement au moyen d'appareils spéciaux.

Transports

40.10/15. — **Soudure des rails bout à bout.** — J. G. HARTLEY, *Weld. Journ.*, n° 4, avril 1937, pp. 7-10.

L'auteur explique les différents procédés employés, leur mécanisme, les précautions à prendre et donne une nomenclature du matériel nécessaire à chaque procédé.

41.1/21. — **Barrières de sécurité en acier le long des routes.** — *V.D.I.*, n° 22, 29 mai 1937, p. 641, 3 fig.

Courte note donnant quelques détails intéressants au sujet des barrières de sécurité en

Construisez en acier!

acier, placées le long des routes aux endroits dangereux.

41.2/7. — **Les méthodes de fabrication en série appliquées aux remorques.** — F. L. PRENTISS, *Iron Age*, n° 16, 22 avril 1937, pp. 32-36, 9 fig.

La construction entièrement en acier des remorques automobiles se fait actuellement à la chaîne. L'auteur en donne un aperçu complet, très bien illustré.

41.5/4. — **Les roulottes automobiles créent de nouveaux problèmes municipaux.** — *Eng. News-Rec.*, 25 mars 1937, pp. 440-441, 1 fig.

Exposé des problèmes posés par le développement aux Etats-Unis de la vie en roulotte, en ce qui concerne les taxes, écolage, hospitalisation, hygiène, enlèvement des ordures, etc.

42.0/8. — **Panneaux en acier pour la fermeture des écoutilles d'un bateau pour transport de charbon et de minerais.** — *V.D.I.*, n° 23, 5 juin 1937, pp. 651-652, 4 fig.

Avantages des panneaux d'écouille en acier. Détails de construction. Exécution par soudure.

42.2/38. — **Première drague à huitres entièrement en acier soudé.** — T. E. DEPEW, *Weld. Eng.*, n° 3, mars 1937, pp. 22-23, 2 fig.

Courte description d'une drague à huitres entièrement en acier soudé, de 20 m de longueur, 6^m10 de largeur et d'une capacité de 80 tonnes.

42.2/39. — **Paquebot à moteurs « Prins Albert ».** — *Rev. de la Ligue Marit. Belge*, n° 4, avril 1937, pp. 81-84.

Description générale du nouveau paquebot « Prins Albert », construit par le chantier naval Cockerill. Caractéristiques : longueur 113 m; largeur 14 m; tonnage 3.300 tonnes.

43.0/12. — **Nouvel aéroport commercial de Cologne.** — *Moderne Bauformen*, n° 6, juin 1937, pp. 289-296, 18 fig.

Le nouvel aéroport de Cologne, achevé en 1936 comprend le bâtiment destiné aux voyageurs et à l'administration, et un grand hangar pour avions. Les bâtiments de la gare sont à ossature métallique.

43.0/13. — **Le nouvel aéroport de Francfort-sur-le-Main, dit aéroport Rhin-Main.** — *Génie Civil*, n° 18, 1^{er} mai 1937, pp. 389-393, 11 fig.

Description générale des installations et plus particulièrement du hangar pour dirigeable.

Divers

50.1/6. — **L'influence de la soudure sur le dessin des machines et la technique d'atelier.** — *Machines*, mai 1937, pp. 25-27, juin 1937, pp. 13-15.

Article montrant comment le dessin, conçu pour l'emploi de la soudure modifie profondément l'aspect de l'outillage et des produits manufacturés.





5 ASCENSEURS
SCHINDLER, DONT DEUX
A 1,50 MÈTRE/SEC. DE
VITESSE, SONT EN SER-
VICE DANS L'IMMEUBLE
DE LA " BALOISE VIE "
A BRUXELLES.

ASCENSEURS ET MONTE-CHARGES

SCHINDLER

LICENCES ET PROCÉDÉS SCHINDLER, LUCERNE-SUISSE

RUE DE LA SOURCE, 30 • BRUXELLES • Téléphone : 37.12.30 (2 lignes)

Maximum de sécurité

Construisez en acier!

50.1/7. — **Les réalisations en France et à l'étranger de bâtis et montages soudés.** — R. SALLELES, *Bull. Soc. des Ing. Soud.*, n° 43, nov.-décembre 1936, pp. 2445-2480, 54 fig.

Compte rendu, avec nombreuses illustrations, d'une conférence faite devant la Société des Ingénieurs-Soudeurs. Le conférencier s'est surtout attaché à montrer les caractéristiques de bâtis soudés appartenant à plusieurs constructeurs spécialisés.

50.1/8. — **Les avantages de l'oxy-coupage et de la soudure dans la construction des bâtis de machines.** — J.-E. LANGUEPIN, *Bull. Soc. Ing. Soud.*, n° 43, nov.-décembre 1936, pp. 2441-2445.

Avantages du bâti soudé et les difficultés que présente son étude. L'auteur fait un parallèle entre le bâti soudé et le bâti coulé.

54.0/35. — **Corrosion du fer et de l'acier.** — Sir Robert A. HANDFIELD et S. A. MAIN, *Journal of the Inst. of C. E.*, n° 7, juin 1936, pp. 3-100, 11 fig.

Très important article exposant les recherches modernes sur la corrosion et particulièrement la corrosion de l'acier par l'eau de mer. Exposé des essais effectués sur l'acier au chrome dans l'eau douce, dans l'eau de mer, etc. Remarques et conclusions.

54.0/36. — **Entretien méthodique et périodique 1° des ponts métalliques; 2° des signaux; 3° des supports en fer des lignes de contact des chemins de fer électriques.** — Th. W. MUNDT, *Bull. Ass. Int. Congrès Ch. Fer*, n° 3, mars 1937, pp. 47-60.

L'auteur expose successivement l'organisation, l'exécution, les méthodes de travail, les installations, matériaux, etc., que nécessitent l'entretien des ouvrages métalliques. Il cite notamment en détails le décapage au moyen de marteaux à dérouiller, les burins, les brosses, les appareils pneumatiques et électriques, le jet de sable, l'application de peintures, etc.

54.12/23. — **Zingage brillant obtenu directement au bain.** — R. M. DREWS, *Steel*, n° 25, 21 juin 1937, pp. 66-70, 6 fig.

L'auteur donne une description détaillée d'un procédé de métallisation par le zinc donnant à la sortie du bain un éclat ressemblant à celui du chrome. La composition du bain est donnée ainsi que les précautions à prendre.

54.12/24. — **Métallisation.** — *Iron Age*, 4 et 11 févr. 1937, pp. 104, 544-546, 5 fig.

Quelques données montrent les avantages de la métallisation au pistolet sur la métallisation à chaud. Une description sommaire bien illustrée au moyen de photographies montre les différentes phases de cet enrobage.

54.14/40. — **Peintures dites antirouille. — Peintures étanches.** — M. RABATÉ et M. COURRÈGE, *Annales de l'Institut Techn. du Bât. et des Trav. Publ.*, mars-avril 1937, pp. 39-51.

Etude général des peintures antirouille : couches de fond, couches intermédiaires, couches de finition. Etude particulière des pigments pour peintures pour couches d'impression. Considérations générales sur l'étanchéité des peintures; étude des films; résultats et conclusions d'essais.

54.14/41. — **Entretien méthodique et périodique 1° des ponts métalliques; 2° des signaux; 3° des supports en fer des lignes de contact des chemins de fer électriques.** — Th. W. MUNDT, *Bull. Ass. Int. Congrès Ch. Fer*, n° 3, mars 1937, pp. 47-60.

Voir fiche 54.0/36.

54.14/42. — **La peinture des pièces en acier humides.** — Dr. J. RINSE, *Polytechn. Weekbl.*, n° 6, juin 1937, pp. 253-254.

Possibilité de peindre des pièces en acier humides par une peinture possédant temporairement des propriétés dessiccatives. Quelques exemples.

54.15/12. — **Les aciers inoxydables d'ornementation.** — A. DAUBOIS, *Arts et Métiers*, mai 1937, pp. 103-106, 5 fig.

La corrosion des aciers inoxydables. Classement des aciers au point de vue magnétique.

54.2/9. — **Essais de corrosion.** — *Electric Welding*, n° 35, juin 1937, pp. 145-155, 12 fig.

Causes de la corrosion : ségrégation locale, électrolyse, action chimique directe sur les métaux, variations locales des efforts. Essais mécaniques, leur description.

54.30/4. — **Corrosion des métaux par l'acide carbonique et l'eau.** — V. D. I., n° 11, 13 mars 1937, p. 324.

Description des essais exécutés. Deux tableaux donnent les résultats obtenus successivement pour l'acier et les autres métaux, sous une pression de 31,5 kg/cm².

54.30/5. — **Corrosion du fer et de l'acier.** — Sir Robert A. HANDFIELD et S. A. MAIN, *Journal of the Inst. of C. E.*, n° 7, juin 1936, pp. 3-100, 11 fig.

Voir fiche 54.0/35.

54.32/8. — **Corrosion du fer et de l'acier.** — Sir Robert A. HANDFIELD et S. A. MAIN, *Journal of the Inst. of C. E.*, n° 7, juin 1936, pp. 3-100, 11 fig.

Voir fiche 54.0/35.

54.32/9. — **L'ingénieur devant les problèmes de la corrosion.** — F. HUDSON, *Metallurgia*, n° 92, juin 1937, pp. 51-54, 7 fig.

Dans cet article, l'auteur passe en revue les aspects pratiques du problème, embrassant particulièrement la corrosion du fer et de l'acier, sous l'action de l'eau de mer ou de l'eau douce.





un bon cliché...

malgré toutes les difficultés techniques, qu'il soit documentaire ou publicitaire, doit reproduire au mieux l'original. Les ressources actuelles de la photogravure mettent l'imprimeur à même d'obtenir en typographie, par le trait, la simili, les grisés ou leur combinaison, tout ce que vous pouvez désirer. Des trames et des morsures appropriées permettent l'emploi de n'importe quel papier. Et comme vous avez choisi vos fournisseurs dans d'autres domaines, choisissez-les pour vos clichés, et choisissez les

É T A B L I S S E M E N T S
TALLON & C^{ie}
SOC. ANON • 22, RUE ST-PIERRE • BRUXELLES

Pourquoi
les électrodes O.K.?
Pourquoi **ESAB**?



parce que...

ESAB est l'œuvre
d'Oscar **K**jellberg, l'inventeur de
l'électrode enrobée.

ESAB fut la première
du monde entier à fabriquer les électrodes
à revêtement.

ESAB possède plus de
30 années d'expérience!

ESAB vous assure le
maximum de succès avec le maximum
de sécurité et de garanties.

ESAB Sté Ame

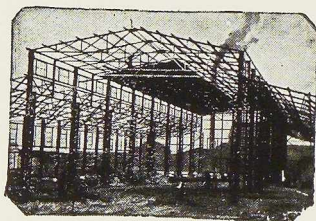
116-118, rue Stephenson
BRUXELLES. Téléph. 15.91.26

ATELIERS GEORGES DUBOIS

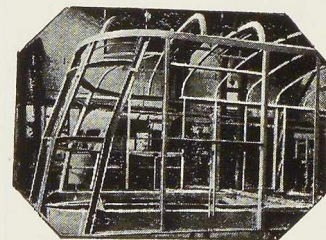
JEMEPPE - SUR - MEUSE

SOCIÉTÉ ANONYME

CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES
RIVÉES OU SOUDÉES



T O U T



PAR LA SOUDURE A L'ARC

LES POSTES  LES ELECTRODES

S. A. **ELECTROMECHANIQUE**

19-21, RUE LAMBERT-CRICKX. TÉLÉPHONE 21.00.65 (4 LIGNES). BRUXELLES

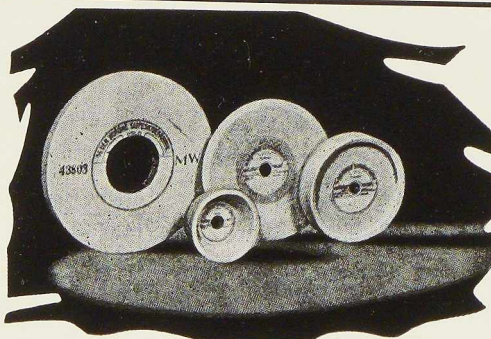
Télégrammes "Electromecanic-Bruxelles,"

Demandez notre notice 612 : «Règles fondamentales pour l'Apprentissage des Soudeurs à l'Arc.»

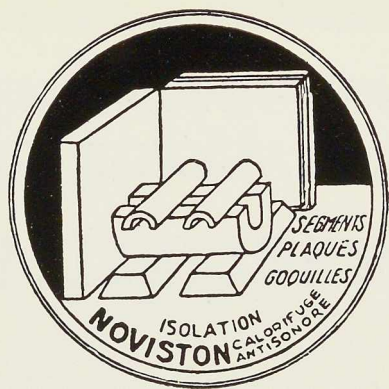
MEULES RADIAC
A TRONÇONNER
TOILES
PAPIERS ABRASIFS

SCHMÉDER
49, rue Schmitz
BRUXELLES

Téléphone : 26.36.44



M E U L E S
POUR TOUS TRAVAUX
vitriifiées - 25 m/s
B A K É L I T E
à grandes vitesses
NORSKE - OSLO
(Norvège)
M E U L E U S E S
P O R T A T I V E S



THERMOLIT

SOCIÉTÉ ANONYME

VILVORDE-LEZ-BRUXELLES

55, AVENUE DE SCHAERBEEK

Téléphone : Bruxelles 15.92.70

PRODUITS ISOLANTS :

ATHERMIQUE (SYSTÈME NOVISTON pour murs et chauffage central)

RÉFÉRENCE : **SHELL** IMMEUBLES BELGES

18-III-1937 . . . de vous informer que votre matériau nous a donné complète satisfaction, tant comme protection pour le froid que contre l'humidité, aucune fissure n'a été relevée dans la couche de plafonnage qui recouvre vos plaques (placées en 1934) . . .

COEFFICIENT $K = 0,8$ pour un mur d'une demi-brique + 4 cms Noviston + 1 brique sur champ.
Épaisseur totale : 20 cms.

DIACOUSTIQUE : 45 décibels - fréquence 512 HERTZ pour la plaque combinée de 60 mm. ép.
(Université de Bruxelles : Lab. Prof. Vandenduengen).

CONTRE LES VIBRATIONS : Amortisseurs à ressorts - **Procédé « GERB »**

R E N É G I L L I O N

ENTREPRISES
GÉNÉRALES

64-66-68, rue de Bosnie
BRUXELLES. Tél. 37.31.70 (4 lignes)

RÉFÉRENCES :

HOTEL COMMUNAL DE FOREST ;
NOUVELLE MAISON DE L'I. N. R., PL. STE-CROIX ;
BIBLIOTHÈQUE DE L'UNIVERSITÉ DE GAND ;
MUSÉE ROYAL D'HISTOIRE NAT. PARC LEOPOLD ;
HOTEL ATLANTA, G. SCHEERS. ETC.

USINES REGNAC

FONDERIE DE CUIVRE & ATELIER DE PARACHEVEMENT

(Fondées en 1825)

CHARLEROI

MAGASINS & BUREAUX : 82/84, rue de Marcinelle

FONDERIE & ATELIER : 40, quai de Sambre

Grande spécialité pour coussinets de trains de laminoirs pour les cas les plus difficiles. Les résultats obtenus à ce jour sont merveilleux : ainsi pour un train de 900 à forte production (40/50 tonnes par heure en longueur de 80/100 mètres) de **poutrelles, largets, palplanches, rails**, etc. les coussinets en bronze phosphoreux sont à remplacer après une production de 8.000 tonnes, parfois 9.000 tonnes tandis que les nôtres en « **BI METAL CARO** » arrivent jusqu'à plus de 22.000 tonnes.

Le rendement est donc de 145 à 175 o/o plus élevé pour un prix de 10 à 15 o/o plus élevé.

Références
sur demande



SOCIÉTÉ ANONYME DES HAUTS FOURNEAUX
FORGES ET ACIÉRIES DE
THY-LE-CHATEAU ET MARCINELLE
A MARCINELLE

Fabrication de Fontes, Lingots, Brames, Blooms, Billettes, Rails, Poutrelles, Aciers Marchands, Profilés et divers, Scories Thomas, Ciment de laitier, Briques de laitier, Laitiers granulé et concassé, Goudron de houille, Benzol, Sulfate d'ammoniaque. Piquets de clôture (Standards et Varillas) en acier doux Thomas.

Télégrammes : Wezmedi-Charleroi
Téléphone : Charleroi 122.93

COMPOSITION CHIMIQUE, FORGEAGE ET TRAITEMENT THERMIQUE, RECUIT, CÉMENTATION, TREMPÉ APRÈS CÉMENTATION, TRAITEMENT THERMIQUE DES PIÈCES NON-CÉMENTÉES, CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES, ENDURANCE, LIMITE DE FATIGUE, DURETÉ, NUANCES DIVERSES D'ACIERS AU NICKEL-CHROME DOUX, APPLICATIONS A L'ÉTAT CÉMENTÉ, RÉSISTANCE A L'USURE, APPLICATIONS DE PIÈCES NON-CÉMENTÉES

L'ACIER NICKEL-CHROME

DOUX

par M.J. GALIBOURG

3^e FASCICULE
ÉTUDES THÉORIQUES ET PRATIQUES
SUR LES ACIERS AU NICKEL

CENTRE D'INFORMATION DU NICKEL
22, Place de Brouckère, BRUXELLES

Veuillez m'envoyer à titre absolument gracieux votre brochure "L'ACIER-NICKEL CHROME DOUX".

NOM

FONCTIONS

ADRESSE

BB 3

ATELIERS DE
CONSTRUCTION

P. BRACKE

30-40, R. DE L'ABONDANCE
BRUXELLES (3)

Charpentes et ossatures métalliques · Ponts · Pylônes
Ponts roulants · Monorails · Transporteurs
Mâts d'éclairage, de ligne, de traction · Appareils de levage

ERNEST LENDERS

TOUS TRAITEMENTS ET ISOLATIONS
ACOUSTIQUES ET THERMIQUES

Bureaux et Ateliers : 49, RUE DE LA MUTUALITÉ, UCCLE I - BRUXELLES - Tél. 44.95.38



*ette revue est tirée
par l'Imprimerie*

INDEX DES ANNONCEURS

	Pages		Pages
A		L	
A.C.M.T. (Ateliers de Construction Méca- nique de Tirlemont)	35	E. Lenders	42
L'Air Liquide	11	Lévy-Finger	33
La Glace Polie A.M.G.E.C.	39	M	
Angleur-Athus	27	Marigrée, Société Commerciale d'Ou- grée	24 et 25
A.R.B.E.D. - Columeta	12 et 13	S. A. Matériaux	9
Arcos, « La Soudure Electrique Auto- gène »	28	O	
Ateliers Métallurgiques de Nivelles	5 et 30	Ougrée-Marihaye - Société Commerciale d'Ougrée	24 et 25
B		P	
Baume et Marpent	34	Pleco	9
P. Bracke	42	R	
La Brugeoise et Nicaise & Delcuve	6	Usines Regnac	40
C		Les Rivets S. A.	8
Centre d'Information du Nickel	41	S	
Chamébel	17	Fred. Sage & C ^{ie}	22
Columeta - A.R.B.E.D.	12 et 13	Schindler et C ^{ie}	36
La Construction Soudée S. A.	14	Schméder	39
D		T	
Davum (Poutrelles Grey)	18	Etablissements Tallon	37
De Keyn Frères	7	Thermolit	40
Anciens Etablissements Paul Devis	44	Imprimerie Thone	42
Ateliers Georges Dubois	39	Hauts Fourneaux et Aciéries de Thy-le- Château et Marcinelle	41
E		Usines à Tubes de la Meuse	32
Electricité et Electromécanique	39	U	
L'Electrode S. C.	8	Ucométal (Union Commerciale de Mé- tallurgie)	26
Société Métallurgique d'Enghien-Saint- Eloi	45	V	
E.S.A.B.	38	Verhees	15
Eternit	10	W	
G		Anciens Etablissements Paul Würth	20
Gillion	40		
Goliath	16		
H			
Hamal J. et G.	19, 21, 23		
Tuileries et Briqueteries d'Hennuyères et de Wanlin	31		

En écrivant aux annonceurs, veuillez citer L'OSSATURE MÉTALLIQUE.

CLOISONS LÉGÈRES
SOUS - PLAFONDS
SOUS - TOITURES
SOUS - TERRASSES
SOUS - PARQUETS
ETC., ETC.



ININFLAMMABLE
IMPUTRESCIBLE
ÉCONOMIE
CONFORT
HYGIÈNE

•
LE MEILLEUR
PANNEAU BELGE

SOC. AN. DES ÉTABLISSEMENTS

LEON LHOIST

CARRIÈRES • FOURS A CHAUX • CIMENTERIE
USINES A JEMELLE

BUREAUX : 15, AVENUE ROGIER • LIÈGE • TÉLÉPHONES : 249.05 - 249.06 - 244.09

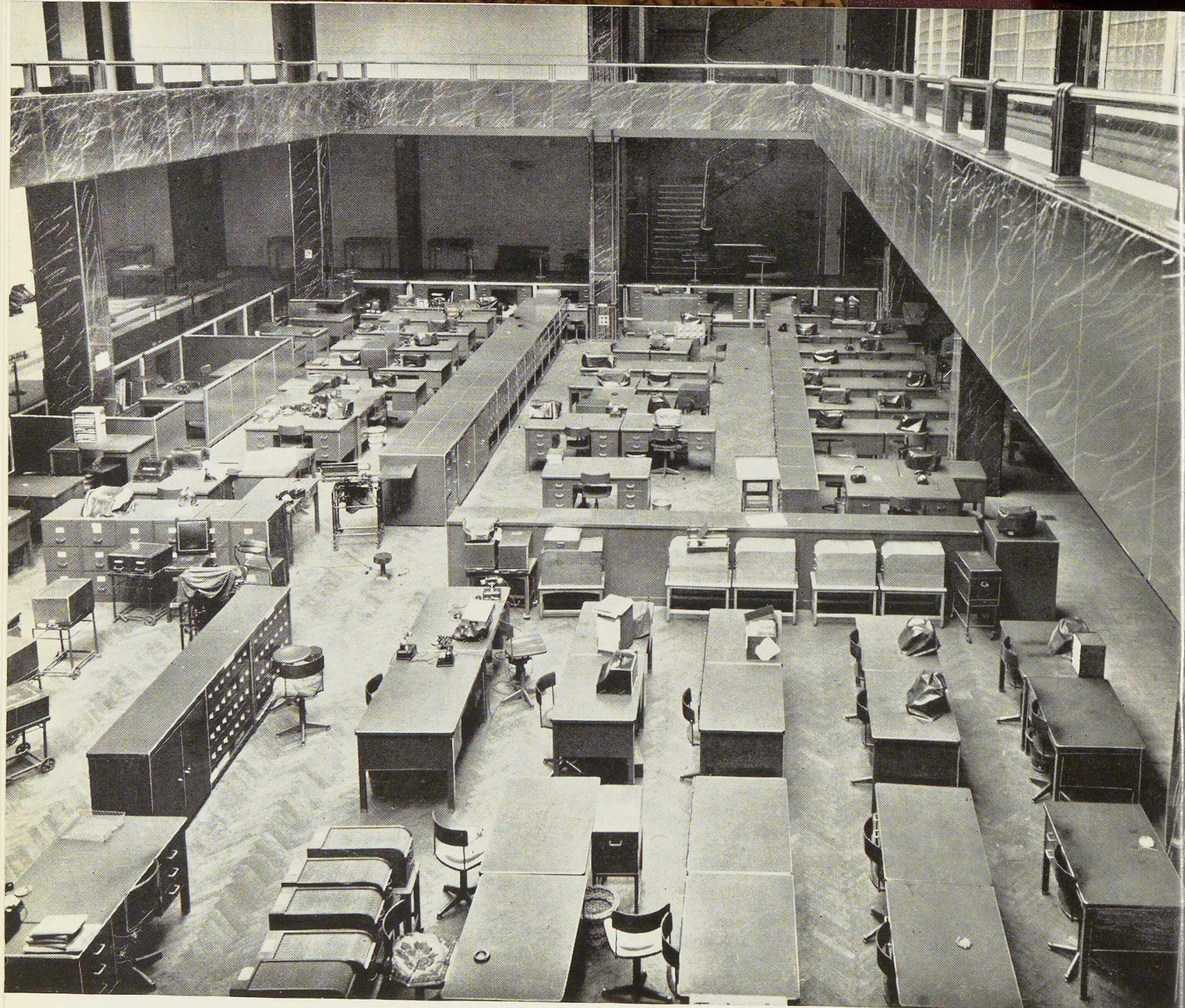


Photo « Technique des Travaux »

UNE BELLE INSTALLATION DE MEUBLES

ACIOR

Le nouveau hall de la **Société Générale de Belgique, siège de Liège**, dont tous les meubles : bureaux, tables, classeurs, armoires, fichiers, etc., ont été fournis par la

MAISON DESOER

BRUXELLES, 16, rue des Boîteux

LIÈGE, 17-21, rue Sainte-Véronique