

L'OSSATURE MÉTALLIQUE

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER

éditée par

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

54, rue des Colonies, Bruxelles - Téléphone : 17.16.63 (2 lignes)
Chèques postaux : 340.17 - Adr. télégraphique : «Ossature-Bruxelles»

5^e ANNÉE

N° 6

JUIN 1936

S O M M A I R E



	Pages
Les ponts de la baie de San-Francisco, par J. Husband . . .	269
Les échafaudages tubulaires en Italie	285
Poste de signalisation à Mayence	288
Une épitaphe écrite à l'arc électrique	288
Les barrages et portes d'écluses soudés en Belgique, par A. Spoliansky	289
Chariots agricoles	299
L'évolution et l'état actuel de l'acier à haute résistance pour constructions métalliques, par J. Welter . . .	302
CHRONIQUE : Le marché de l'acier pendant le mois d'avril 1936 (p. 311) - L'évolution des marchés de consommation de l'acier (p. 312) - Nouveaux hangars d'aviation du Ministère de l'Air Français (p. 312) - Etude des formes rationnelles des constructions soudées (p. 313) - Publications de l'A. B. S. ; raccords filetés en fonte malléable (p. 313) - La résistance des voitures métalliques de chemins de fer (p. 314) - Adjudication du nouveau Musée d'Histoire naturelle à Bruxelles (p. 314) - Le pavillon de la Belgique à l'Expo- sition de Paris 1937 (p. 314).	
OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS	315
DOCUMENTATION BIBLIOGRAPHIQUE	318

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. Envoi de notre tarif et visite de notre agent de publicité sur
demande.



RÉUSSISSEZ LE
CONCOURS

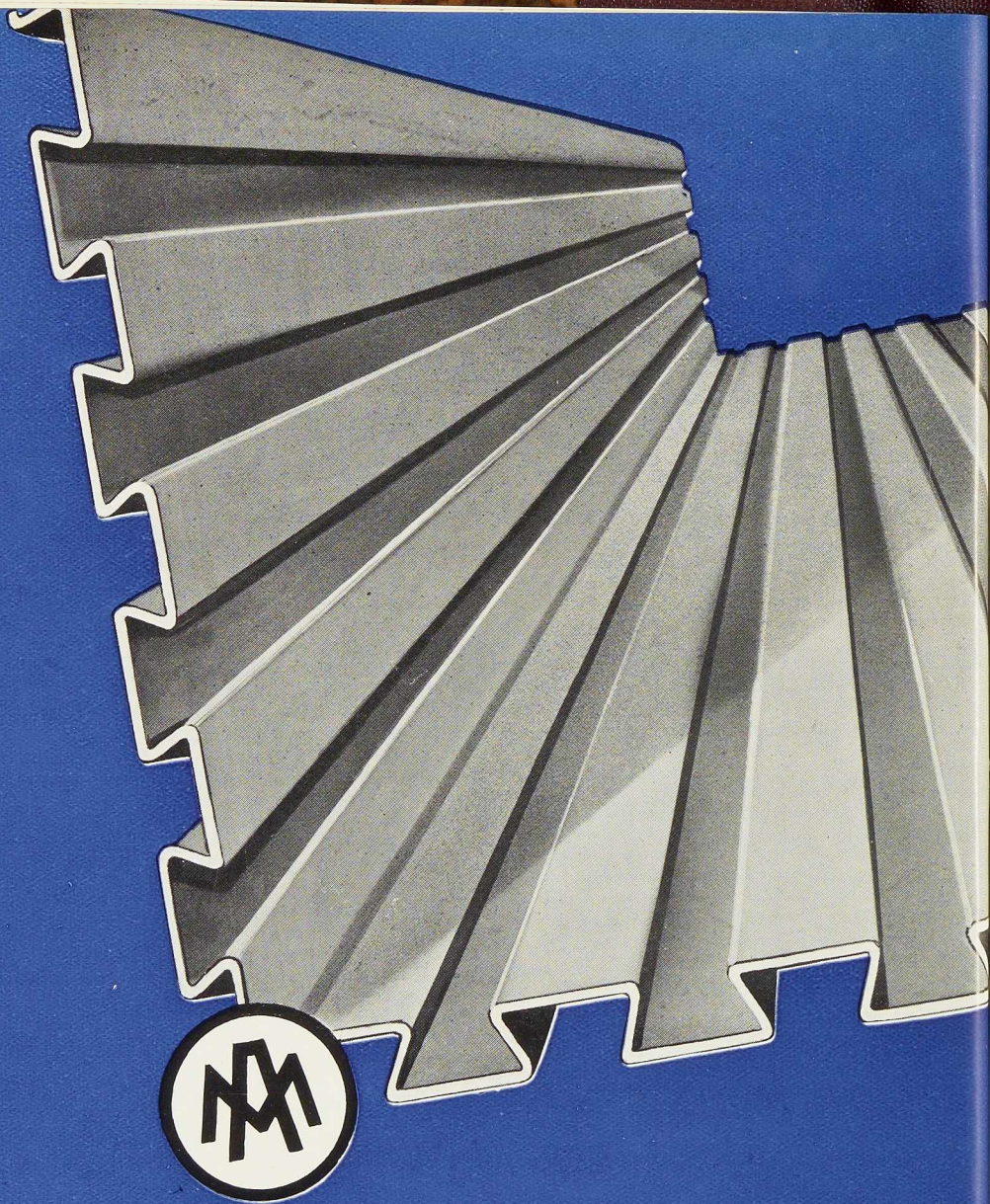
organisé par la revue
**L'Ossature
Métallique**

en prévoyant dans
la construction de
l'immeuble demandé
les éléments

A M ' A C I E R

BREVETS RIDLEY
MARQUE DÉPOSÉE

Studio Simar Stevens
BRUXELLES



am'acier

L'ARMATURE ECONOMIQUE
POUR DALLES-CLOISONS
ET TERRASSES EN BETON

LES ATELIERS METALLURGIQUES - NIVELLES - BELGIQUE

AGENT GÉNÉRAL : **BRUXELLES, 54, rue des Colonies.** Téléphone : 17.43.05

L'OSSATURE MÉTALLIQUE

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER

5^e ANNÉE - N° 6

JUIN 1936

Les ponts de la baie de San-Francisco

par J. Husband, M. Inst. C. E.,

Professeur de génie civil à l'Université de Sheffield

On construit actuellement à San-Francisco un ouvrage exceptionnel traversant entièrement la baie de San-Francisco et qui réunira directement Oakland à San-Francisco, en passant par l'île d'Yerba Buena franchie en tunnel. Cet ouvrage, dont la longueur totale, y compris ses rampes d'accès, atteindra près de 12 km, comporte deux tabliers superposés et recevra deux voies de chemins de fer et deux routes. L'Ossature Métallique a déjà eu l'occasion de décrire les travaux des fondations, descendues à 66 mètres de profondeur, du tronçon Ouest ⁽¹⁾ et la construction du tunnel à travers l'île d'Yerba Buena ⁽²⁾. Nous sommes heureux de pouvoir publier aujourd'hui une description de la superstructure de cet ouvrage, d'après la communication présentée à Londres par le Professeur J. Husband, le 13 février 1936, devant l'Institution of Structural Engineers ⁽³⁾.

O. M.

Aperçu général de l'ouvrage

La route de San-Francisco à Oakland quitte San-Francisco à la cinquième rue par une rampe en viaduc, partie en béton, partie en acier, d'environ 1.250 mètres, qui aboutit à l'ancrage côté San-Francisco du nouveau pont, à 45 mètres au-dessus du niveau des rues environnantes. D'autres rampes d'accès conduisent à la première rue et à Fremont Street.

Le chemin de fer électrique atteint le niveau du pont par une rampe partant de la station de Minna Street. Depuis l'ancrage jusqu'à la pile W-1, il y a trois travées métalliques de 115, 29 et 115 mètres de portée. La pile W-1, à 54 mètres au-dessus du quai de l'Embarcadère, constitue un support pour les câbles et marque le commencement de la partie suspendue du tronçon Ouest. Le tronçon Ouest de l'ouvrage, entre San-Francisco et l'île d'Yerba-Buena, consiste en deux ponts suspendus avec ancrage central. Les travées centrales de chacun de ces ponts mesurent 707 mètres et les travées latérales 353 mètres, à l'exception de celle de San-Francisco qui mesure 357 mètres. Le chenal Ouest de la baie mesure approximativement, de rive à rive, 2.740 mètres.

(1) « Les fondations du tronçon Ouest du pont de San-Francisco », L'OSSATURE MÉTALLIQUE, n° 11, 1934, pp. 555-559.

(2) « Le tunnel d'Yerba Buena », L'OSSATURE MÉTALLIQUE, n° 4, 1936, pp. 177-179.

(3) La conférence du professeur J. Husband a paru dans la Revue anglaise *The Structural Engineer*, qui nous a aimablement prêté les clichés des figures.

Le tirant d'air au-dessus des hautes mers est de 52^m50 et atteint 65 mètres dans les travées adjacentes à l'ancrage central.

La traversée de l'île d'Yerba-Buena comporte un tunnel de 165 mètres de longueur et un viaduc en acier et béton comprenant une travée de 83 mètres et 3 travées de 89 mètres. Ce viaduc conduit au pont cantilever franchissant la passe profonde du tronçon Est. Ce cantilever comporte une travée centrale de 427 mètres et des travées latérales de 156 mètres. En continuant vers l'Est, on rencontre 5 poutres en treillis sur simples appuis de 155 mètres de portée chacune, puis 14 travées de 89 mètres aboutissant à l'extrémité de la digue existante de la route de Key. De là, et jusqu'à la rive d'Oakland, la construction se prolonge par un viaduc à 16 petites travées et par une large digue. Le tirant d'air en-dessous du pont cantilever est de 56^m50 au-dessus des hautes mers.

A Oakland, le projet comporte les guichets de péage et les bâtiments d'administration. Les voies d'accès au pont sont construites de ce côté par l'administration des Ponts de l'Etat de Californie. L'ouvrage entier après son achèvement fera partie du réseau routier de l'Etat.

Superstructure

Le procédé de montage adopté pour les quatre pylônes de la Baie de l'Ouest constitue une véri-

N° 6 - 1936



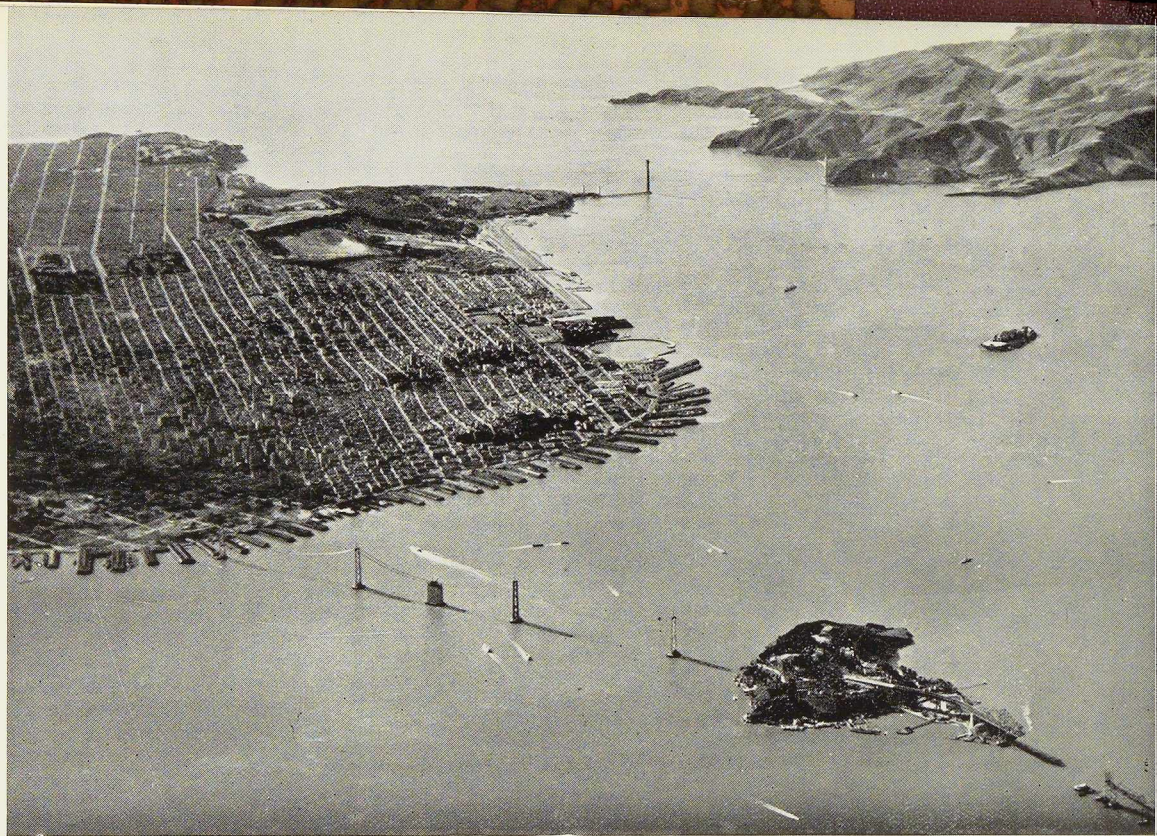


Fig. 353. Vue générale montrant les ponts en construction à San-Francisco. On voit les deux ponts suspendus consécutifs qui relieront San-Francisco à l'île Yerba Buena ainsi que le grand pont cantilever se dirigeant vers Oakland. A l'arrière-plan on voit en construction le pont de la Golden Gate d'une portée libre de 1.280 mètres qui franchira le goulet mettant la baie de San-Francisco en communication avec l'Océan Pacifique.

table innovation : il se différencie nettement de la méthode habituelle de montage à l'aide de derricks déplacés verticalement le long des faces extérieures des pylônes. Les pylônes des ponts de la Baie de l'Ouest possèdent des montants inclinés de 2 % environ sur la verticale (fig. 361). La distance entre axes des câbles étant de 20^m13 au sommet, on obtient une largeur de 25 à 26 mètres entre axes des montants à la base. Cette forme de pylône augmente la stabilité latérale, améliore l'esthétique et augmente la largeur disponible à hauteur du tablier du pont. Les pylônes W-2 et W-6 sont hauts de 138^m32 et les pylônes W-3 et W-5 de 151^m94 jusqu'au niveau des câbles ; le sommet des pylônes se trouve environ à 6^m10 plus haut.

Les pylônes, les câbles et les travées suspendues de la Baie de l'Ouest comprennent environ

21.500 tonnes de câbles et 66.000 tonnes d'acier de construction, adjugés à la *Columbia Steel Company*. Pour les montants, on a employé de l'acier au silicium pour lequel on a admis une tension de 19,7 kg par mm². Pour les entretoisements des montants, construits en acier au carbone, la tension admise fut de 15,4 kg par mm².

Les montants des pylônes sont de section cruciforme cellulaire (fig. 360). La région centrale de chacun des montants comporte un puits rectangulaire de 2^m14 × 2^m44, de section constante sur toute la hauteur du pylône. Le nombre des cellules, de 21 à la base, décroît suivant la hauteur pour atteindre 9 au sommet. A la base du pylône se trouvent des plaques d'appui en acier laminé de 102 mm d'épaisseur.

La forme, l'orientation et la surface des sections des montants ont été établies en tenant

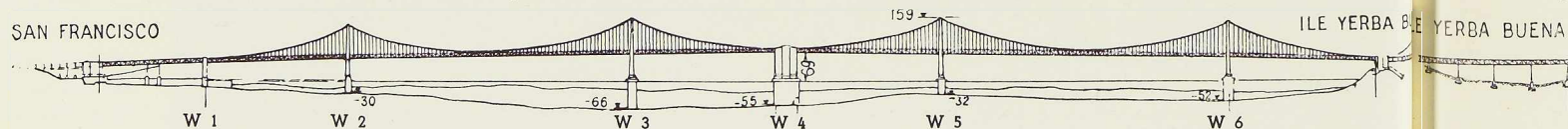


Fig. 354. Vue du tronçon Ouest du pont de San-Francisco à Oakland.

N° 6 - 1936





Fig. 355. Au premier plan, le pont cantilever du tronçon Est du pont de la baie ; derrière l'île Yerba Buena, et la reliant déjà à San-Francisco dont on aperçoit les gratte-ciel, on voit les travées suspendues du tronçon Ouest

compte des combinaisons les plus défavorables de la charge mobile avec les effets de températures extrêmes. Pour le cas du pylône W-2, par exemple, on a trouvé, pour les combinaisons en question, des déplacements du sommet de l'ordre de 0^m98 vers la droite et de 1^m14 vers la gauche, de sorte que l'amplitude du mouvement est de 2^m12 environ.

Le projet des pylônes a été établi en calculant en premier lieu les réactions dues aux charges verticales et en tenant compte des déplacements horizontaux des sommets de ces pylônes sous l'action des câbles. Les sections ont été ainsi déterminées en première approximation. On a calculé ensuite la force horizontale qui, agissant au sommet du pylône, provoque une déformation identique à celle due aux déplacements maxima des câbles. Cette force étant connue, il a été pos-

sible de chiffrer les tensions dans les différentes sections du pylône et de modifier légèrement ces sections en conséquence, jusqu'à l'obtention d'une répartition des tensions satisfaisante.

Un déplacement horizontal de 2^m10 du sommet du pylône exigeait une construction relativement flexible ; le rapport l/r auquel on s'est finalement arrêté (le rayon d'inertie r étant pris à mi-hauteur) est égal à 70 pour les pylônes W-2 et W-6, et à 75 pour les pylônes W-3 et W-5. Des plaques de renforcement des sections des montants ont été également placées aux endroits les plus sollicités par flexion. Le placement de ces plaques était fort délicat, car il fallait combattre, d'une part, les surtensions dues à la flexion et, d'autre part, conserver au pylône une flexibilité satisfaisante.

Ces circonstances étaient très accentuées pour

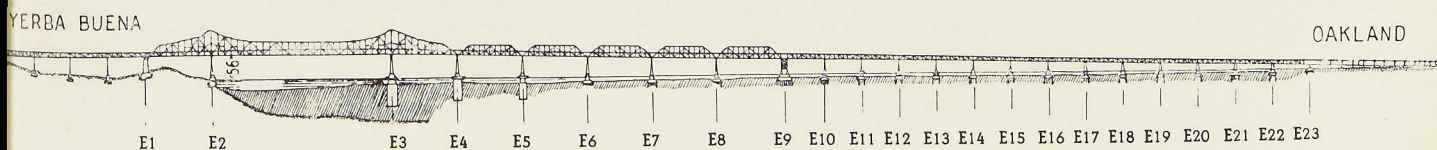


Fig. 356. Vue du tronçon Est du pont de San-Francisco à Oakland.

N° 6 - 1936



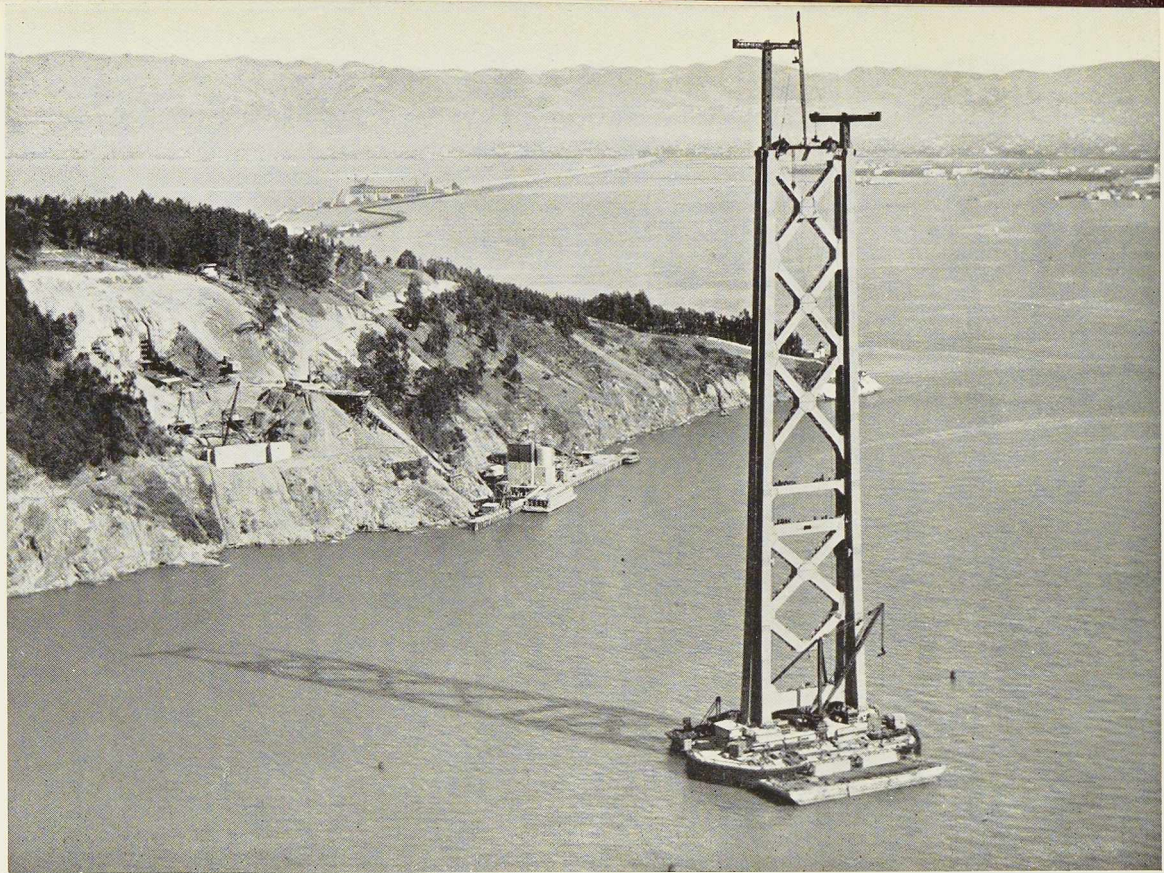


Fig. 357. Vue du pylône W-6, avec les grues à tête de marteau au sommet.

le pylône W-2, où, par suite de la grande longueur du câble d'ancrage à la rive de San-Francisco, le mouvement du sommet du pylône — et par conséquent les tensions — étaient plus importantes que dans les autres pylônes. Dans le but d'égaliser les tensions dans les deux cas extrêmes, les câbles furent ajustés de façon à ce que le pylône W-2 reçoive un déplacement horizontal initial de 204 mm vers la gauche, avec une tolérance de 50 mm dans les deux sens pour compenser éventuellement les inexactitudes du déplacement initial.

La sollicitation du vent admise a été 146 kg par m². Les forces horizontales introduites par les accélérations dues aux tremblements de terre ont été considérées dans la direction longitudinale et dans la direction transversale. L'accélération prise pour le calcul a été de 0,1 g alors que les accélérations enregistrées à San-Francisco lors du tremblement de terre de 1906 étaient de 1,07 mètre par seconde au carré, ou 0,11 g. Au cours de ce tremblement de terre des constructions à ossature métallique hautes de 61 mètres ont été endommagées, sans qu'il se produisit cependant de véritables effondrements.

Le calcul des tensions secondaires dans les

montants et dans les entretoisements a montré que, dans aucun cas, les tensions ne dépassent de 10 % les tensions primaires. Le poids mort pour le pont est de 29.500 kg par mètre courant, y compris le poids des câbles. La charge mobile pour le plancher supérieur est constituée par des camions de 15 tonnes et pour le plancher inférieur par des camions de 40 tonnes. Le poids mort dû aux voies électriques est de 1.450 kg par m.ct. de voie et la charge mobile uniformément répartie est de 10.750 kg par m.ct.

Montage des pylônes

Pour l'érection des pylônes, des grues de montage pivotantes ayant la forme caractéristique de têtes de marteau (fig. 362) furent employées. Ce nouveau type de grue était justifié, de préférence aux derrick habituels, à cause de l'inclinaison des faces extérieures des pylônes. Le puits à l'intérieur de chacun des montants permettait l'emploi d'une grue par montant, les mâts de ces deux grues étant remontés au fur et à mesure de l'exhaussement des puits.

Les montants des pylônes sont construits, sauf à la base et au sommet, en éléments de 15^m25 de longueur, amenés d'une pièce. Chacun de ces



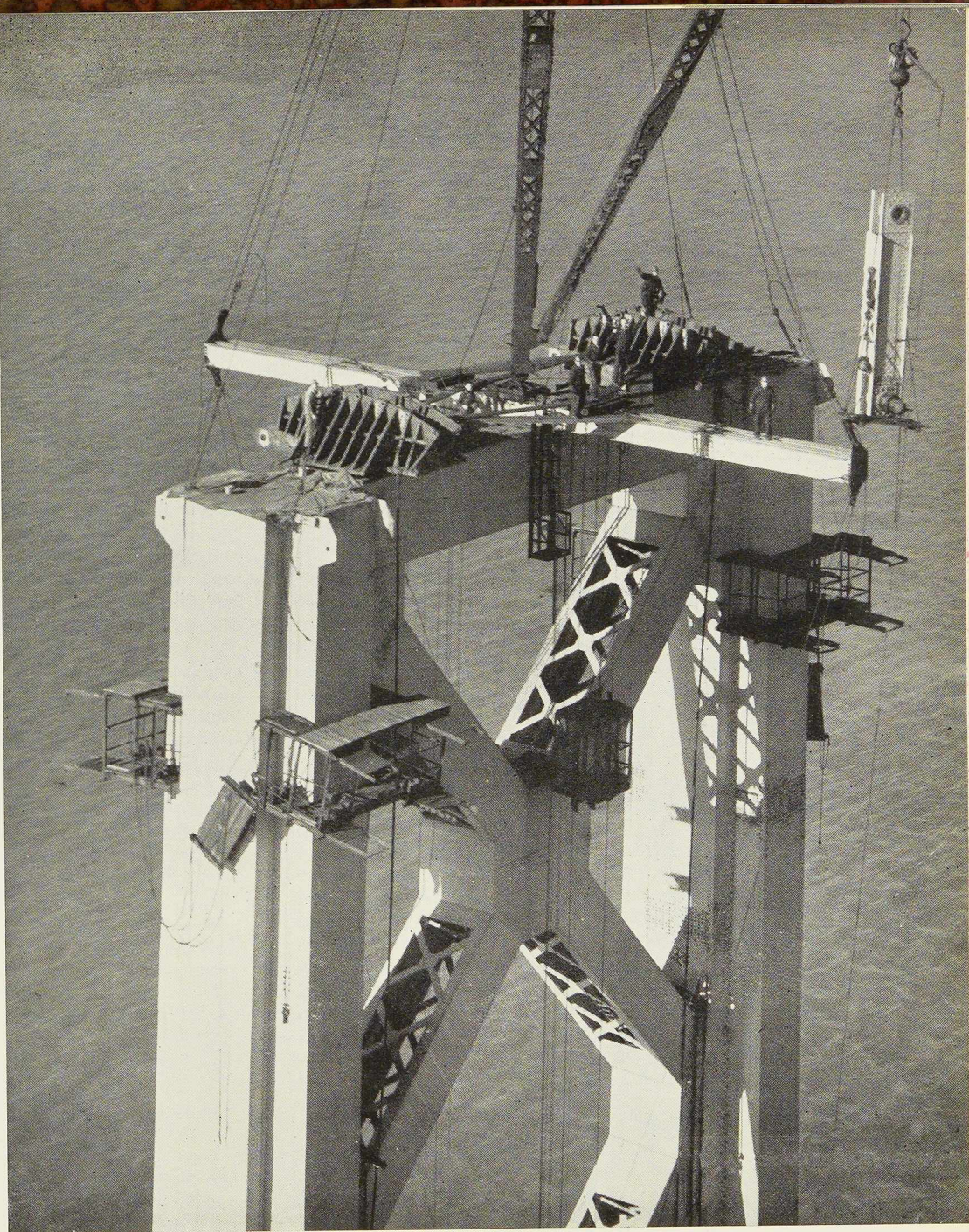


Fig. 358. Sommet d'un pylône. On aperçoit les deux selles pour les câbles porteurs, ainsi que le derrick haubané qui a servi au démontage des deux grues à tête de marteau. Les selles ne sont pas encore à leur place définitive.

N° 6 - 1936



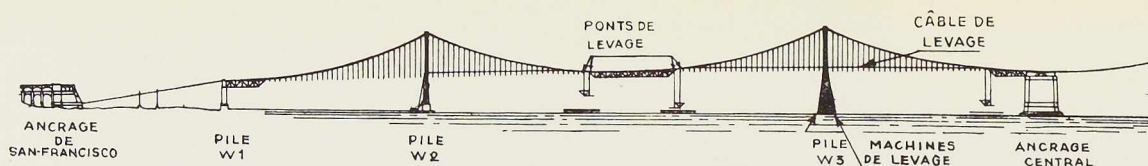


Fig. 359. Schéma de la méthode de levage des pièces du tablier suspendu.

éléments compose l'une des quatre branches de la section cruciforme du montant. Les joints horizontaux des deux branches parallèles à l'axe du pont sont situés à 3^m80 plus haut que le niveau des joints horizontaux des deux autres branches, en sorte que les joints soient décalés d'un quart de la longueur du tronçon. Le mât de la grue fixe avait une longueur de 32^m95, ce qui permettait de fixer le mât sur une hauteur de 15^m25 en dessous du sommet du dernier tronçon posé et laissait à la grue une hauteur de manœuvre amplement suffisante pour la mise en place par le mât pivotant intérieur d'un nouveau tronçon de 15^m25. Le puits intérieur des montants étant incliné légèrement sur la verticale, on avait donné la même inclinaison à la partie inférieure du mât externe, sur une hauteur de 9^m15, afin que le mât restât vertical pendant son ascension. Le mât extérieur est un caisson de 1^m52×1^m52 de section, réalisé au moyen de cornières de 102×102×12,7 et de tôles de 9,5 mm. Fixées à la base du mât, deux poutres de 2^m44 de portée reposaient sur des consoles boulonnées aux deux faces opposées du puits. Ces consoles étaient mises en place immédiatement après chaque exhaussement du mât, au droit des joints horizontaux de montage. Le pied du mât étant ainsi supporté au niveau supérieur du tronçon entièrement monté, le sommet du puits était à 11^m44 au-dessus de ce support. Au niveau de ce bord supérieur, quatre vérins à vis attachés au mât permettaient de mettre ce dernier parfaitement d'aplomb en prenant appui sur les quatre faces du puits, et réalisaient en même temps un bras de levier d'encastrement de 11 mètres environ au pied du mât pour résister aux moments de renversement dus aux charges excentrées soulevées par la grue. Le mât intérieur pivotant était de section carrée de 99 cm de côté et de 7^m47 de longueur. Sa section en caisson était composée de quatre cornières de 203×203×12,7 et de tôles de 12,7 mm. Le mât était porté par un pivot à sa base et guidé par un palier au sommet du mât extérieur. Le pivot et le palier étaient lubrifiés par graissage sous pression.

Les âmes des deux poutres horizontales constituant la flèche avaient 1^m22 de hauteur, leur épaisseur était de 11 mm ; elles étaient assemblées par boulons au mât intérieur et avaient une longueur de 8^m70 en porte-à-faux de part et d'autre. Les extrémités arrière de ces poutres

horizontales étaient raidies par des diaphragmes et des entretoises ; les extrémités avant, devant présenter un passage libre pour les câbles de levage, étaient raidies par de larges plats d'ailes.

La moitié antérieure de la flèche portait deux forts rails espacés de 99 cm, sur lesquels se déplaçait un chariot à quatre roues à double bourrelet, portant un axe à six poulies de 51 cm, à roulement à billes, constituant les poulies supérieures d'un moufle de levage à 10 brins. A l'extrémité postérieure du chariot se trouvaient deux poulies plus petites pour le levage de charges moins importantes. Le moufle de levage principal comportait 10 câbles de 25 mm passant par les poulies du chariot et par le bloc inférieur de cinq poulies. Les deux brins libres du câble, à la sortie des poulies du chariot, s'engageaient sur deux poulies au sommet du mât et descendaient dans l'axe du mât et du puits jusqu'au pied du pylône où se trouvaient les treuils. Le câble de 16 mm du moufle auxiliaire, en partant du chariot suivait le même chemin jusqu'à la base du pylône. Ce moufle permettait de lever des charges légères à une vitesse allant jusqu'à 4 mètres par seconde.

La méthode de câblage décrite plus haut faisait que, lors du levage d'une charge, le chariot avait tendance à se déplacer vers l'axe du mât ;

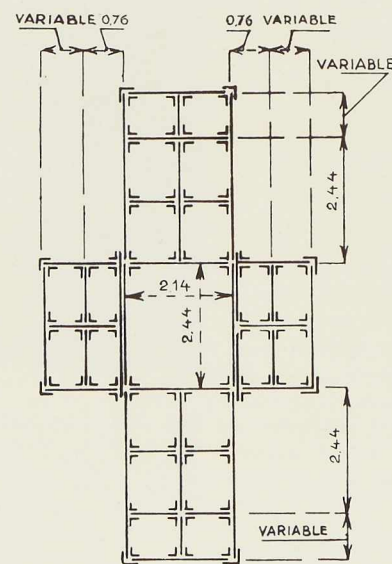


Fig. 360. Section d'un montant de pylône.



cette tendance était combattue au moyen de deux câbles de 25 mm attachés au chariot, passant par des poulies mouflées à l'extrémité avant de la flèche et retournant vers une poulie quintuple fixée dans l'axe du mât ; de là, les câbles descendaient au pied du pylône jusqu'aux treuils. En tirant sur ces câbles, on déplaçait le chariot vers l'extérieur de la flèche ; le simple relâchement des câbles provoquait le déplacement du chariot vers l'intérieur. La rotation de la flèche se faisait à l'aide d'un moteur réversible à air comprimé de 8 CV attaquant, par l'intermédiaire d'un réducteur de vitesse, une couronne dentée à la base du mât. Juste en dessous de la base du mât intérieur, des fenêtres étaient pratiquées dans les flancs du mât extérieur pour donner au mécanicien une vue sur les travaux ; ce même ouvrier transmettait les signaux aux mécaniciens préposés à la manœuvre des treuils à la base du pylône.

La pièce la plus lourde à lever pesait 82 tonnes et devait être prise à un rayon de 4^m88 ; mais cette pièce une fois levée, il suffisait d'un rayon de giration de la flèche de 3^m05 pour l'amener à sa place. On calcula donc la grue pour cette condition extrême de 82 tonnes à un rayon de 3^m05. Pour amener les 82 tonnes de 4^m88 à 3^m05, on suspendait un contrepoids de 18 tonnes en béton au bras opposé de la flèche, en sorte que le moment dans la flèche ne dépassât pas le moment de 82 tonnes à 3^m05 sans contrepoids. Il n'était pas permis de faire tourner la grue avec le contrepoids suspendu. Ce dernier était levé de quelques centimètres pour permettre aux plus lourdes charges d'être amenées du rayon de 4^m88 au rayon de 3^m05. Le contrepoids était ensuite déposé pour procéder à la rotation de la charge. Le contrepoids était suspendu au moyen d'un câble de 32 mm passant par une poulie multiple à l'extrémité postérieure de la flèche et, par un mouflage fixé à la pile. En soulevant le contrepoids de quelques centimètres par ce mouflage, on appliquait ainsi à l'extrémité de la flèche une force de 36 tonnes (18×2) dirigée vers le bas.

Le déplacement vertical du mât, par bonds de 15^m25, était effectué de la façon suivante : on se servait d'un moufle à huit brins (câbles de 19 mm) dont les poulies inférieures étaient fixées à la base du mât extérieur et les poulies supérieures supportées par de courtes poutrelles s'appuyant, de part et d'autre du mât, sur le sommet de la partie déjà montée du pylône. Pour assurer une répartition uniforme de la charge entre ces deux groupes de poulies, un câble unique fut employé, venant du treuil, passant par tous les groupes de poulies et retournant ensuite

au treuil. Des guides et rouleaux étaient disposés là où le mât pouvait s'appuyer contre les parois du puits. Des trous ménagés dans les tôles des parois permettaient d'accéder à l'intérieur du

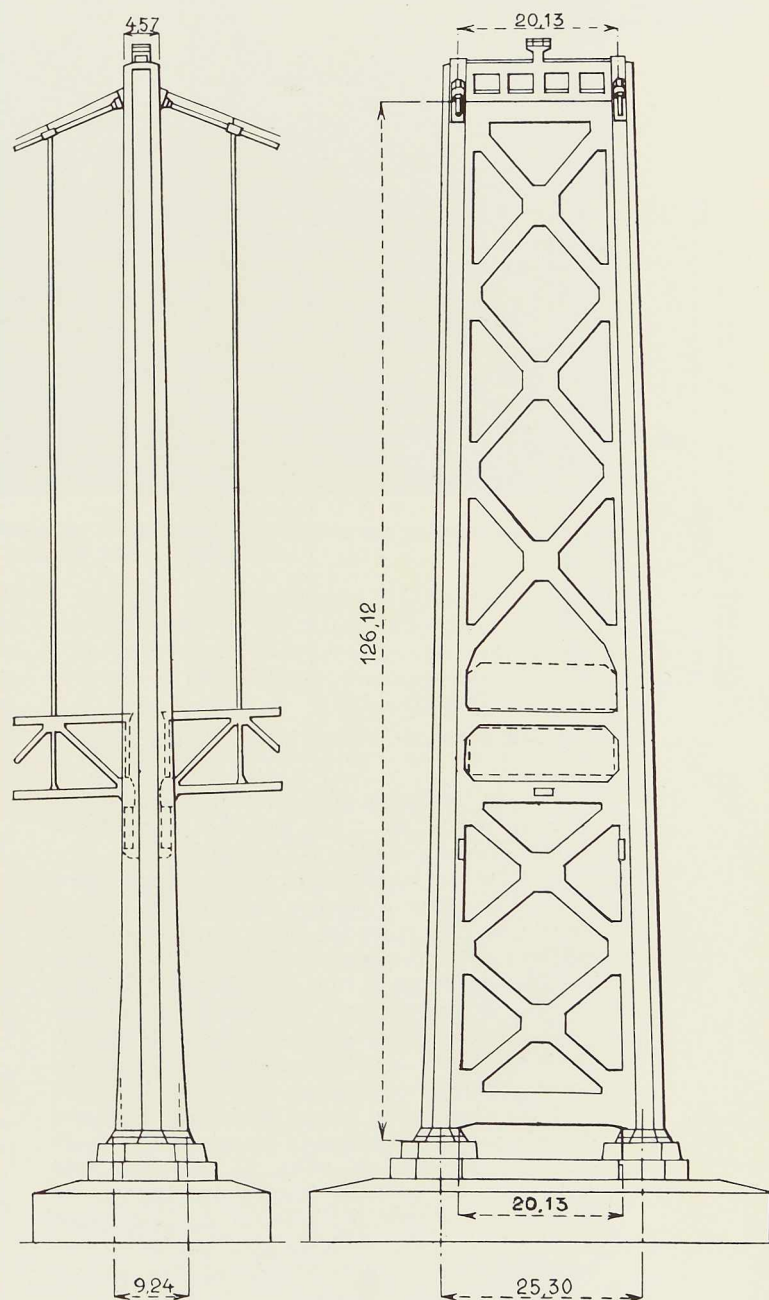


Fig. 361. Vue de profil et élévation d'un pylône.

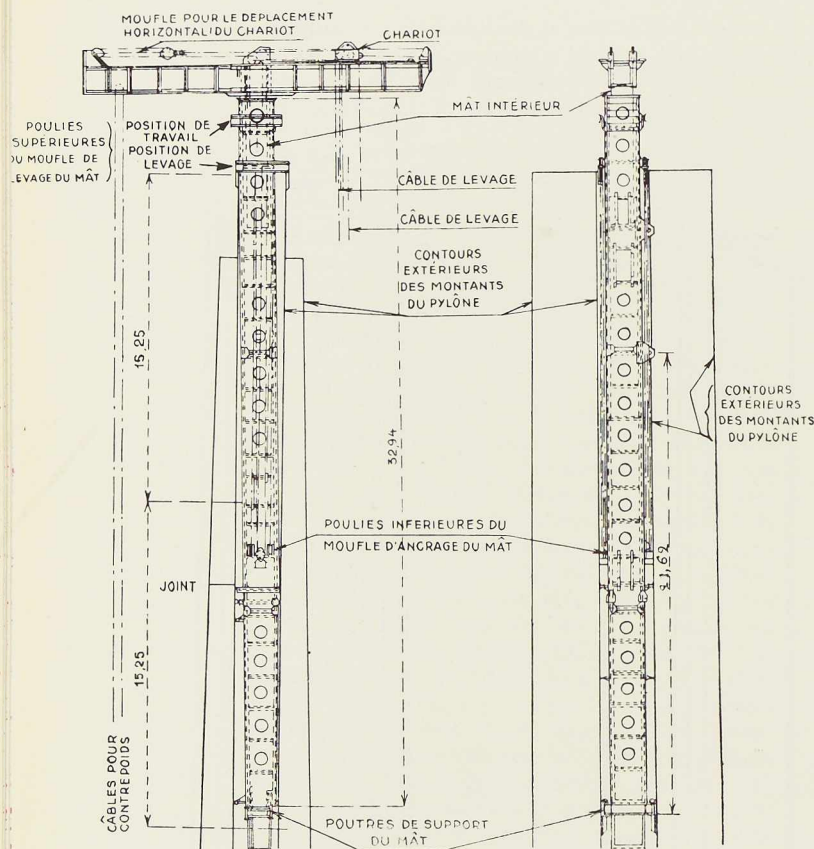


Fig. 362. Plan de la grue à tête de marteau.

mât, pour faciliter le déplacement, pour manœuvrer les vérins, etc. ; des échelles avec plates-formes étaient installées à l'intérieur.

Le début du montage du pylône fut effectué à l'aide d'une grue à potence de 26 mètres, installée sur la pile, entre les bases des montants du pylône ; cette grue permettait de mettre en place les éléments formant trois branches de la section cruciforme jusqu'à une hauteur de 23 mètres. C'est alors que la grue précédemment décrite arrivait sur place, entièrement assemblée, sur une barge accostant en bordure de la pile. Elle était soulevée d'une pièce par le derrick et placée sur des plaques de base dans l'ouverture constituée par les trois côtés du puits. Le quatrième côté était alors mis en place jusqu'à une hauteur de 23 mètres. La grue, à l'intérieur du puits, était ensuite légèrement soulevée pour permettre que les poutres fixées au pied puissent être boulonnées aux consoles à hauteur du premier joint de montage.

Chacune des grues à tête de marteau plaçait les demi-diagonales d'entretoisement aboutissant à son propre montant ; pour le placement des entretoises horizontales (fig. 357), les deux grues travaillaient conjointement. La pièce montée la plus volumineuse fut l'entretoise horizontale inférieure, large de 2^m44, haute de 4^m27 et longue de 19^m82, pesant 70 tonnes environ. D'autres pièces étaient plus lourdes, mais moins volumineuses.

Après chaque bond de 15^m25 du mât, la portion du puits dégagée était entretoisée par des diaphragmes horizontaux. Le temps moyen écoulé entre la fin du montage à un niveau et la reprise du montage après un déplacement de 15^m25 du mât était d'un peu moins de deux heures. Lorsque le montage du pylône fut achevé, les grues furent démontées au moyen d'un derrick haubané de 25 tonnes de capacité, érigé sur l'entretoise horizontale supérieure. Comme les selles pour les câbles de suspension du pont pesaient chacune 47 tonnes, elles ne pouvaient être soulevées par ce derrick ; elles furent provisoirement déposées par les grues à tête de marteau, juste avant leur démontage, sur l'entretoise supérieure horizontale, à proximité de leur place définitive (fig. 358). Elles furent ripées ensuite en place à l'aide de vérins, après que l'on eût placé le diaphragme supérieur au-dessus du puits, ainsi que les plaques d'assise. Le temps employé pour la construction de chacun de ces pylônes de 152 mètres de hauteur fut de trois semaines à cinq jours, les journées étant de 12 heures de travail. Ce temps est compté à partir du moment où les grues ont commencé le montage au niveau de 23 mètres, jusqu'au moment du démontage des grues à tête de marteau. Chaque pylône contient plus de 5.000 tonnes d'acier, construit et monté par l'*American Bridge Company*.

Filage des câbles

Les câbles porteurs en acier des ponts suspendus de la Baie de l'Ouest étaient composés de fils galvanisés de jauge n° 6 (environ 5 mm de diamètre), disposés parallèlement de manière à former une section circulaire de 73 cm de diamètre. Les deux câbles principaux sont espacés de 20^m13 au sommet des pylônes et possèdent une flèche de 70 mètres. Le procédé employé pour filer ces longs câbles à brins parallèles est particulier aux Etats-Unis et il est intéressant d'en donner une description.

Aussitôt après la construction des pylônes, quatre câbles, composés chacun d'un nombre



Fig. 363. Vue montrant un pylône, avec les passerelles de travail et les portiques servant de support au câble tracteur pour le filage des câbles.

convenable de torons tordus, étaient placés sur des selles spéciales aux sommets des pylônes et convenablement assujettis aux ancrages. Ces câbles portaient des passerelles de travail (dites *promenades de chat*) pour la confection des câbles porteurs ; leur tablier de 3 mètres de largeur était constitué par un treillis métallique soudé, à mailles de 38 mm. De place en place, ces passerelles étaient réunies par des passerelles transversales. Des câbles de tempête étaient tendus sous les passerelles pour limiter les déplacements horizontaux.

Le nombre de torons de section circulaire, nécessaires pour constituer par juxtaposition une section hexagonale, est de 7, 19, 37 ou 61. Le nombre de fils dans les torons est fixé par des considérations de section totale et par le nombre de torons choisi. Les câbles du pont de San-Francisco-Oakland sont formés de 37 torons, chacun de ces derniers possédant 472 fils, ce qui fait 17.464 fils par câble. Le fil est caractérisé par une tension de rupture de 165 kg par mm². Il fut fabriqué en longueurs de 1.000 mètres environ, assemblées bout à bout par manchons filetés, puis enroulé, par longueur de 28.000 mètres environ, sur des bobines. C'est sous cette forme qu'il arrivait sur place.

Des portiques construits sur les passerelles de montage servaient à supporter un câble tracteur

sans fin dont les poulies d'extrémité se trouvaient derrière, les massifs d'ancrage. A ce câble moteur étaient fixées deux poulies volantes voyageant en sens inverse d'un massif d'ancrage à l'autre, le sens de marche étant inversé après chaque voyage. Un fil témoin de longueur bien calculée était tout d'abord mis en place pour chaque toron afin de pouvoir ajuster la longueur des autres fils. A chaque ancrage quatre ou deux bobines de fil étaient installées, dont le déroulement était réglé par des freins de Prony. Le filage du câble principal se faisait en fixant d'abord l'extrémité du fil enroulé sur le massif d'ancrage. En déroulant ensuite suffisamment de fil, on formait une boucle qui était placée sur la poulie volante qui tirait donc derrière elle deux longueurs de fil simple. A San-Francisco, les poulies volantes étaient à double rainure, ce qui faisait qu'elles tiraient derrière elles, à chaque voyage, deux boucles, soit quatre fils. La seconde poulie accomplissait simultanément le voyage en sens inverse en tirant également quatre fils, appartenant à deux autres torons.

On filait simultanément quatre torons sur chaque passerelle. Lorsqu'une poulie volante passait au droit d'un portique, les brins mobiles du fil déroulé étaient pris sur des poulies fixées à ce portique, tandis que les brins immobiles étaient saisis et fixés par un crochet au plancher de la



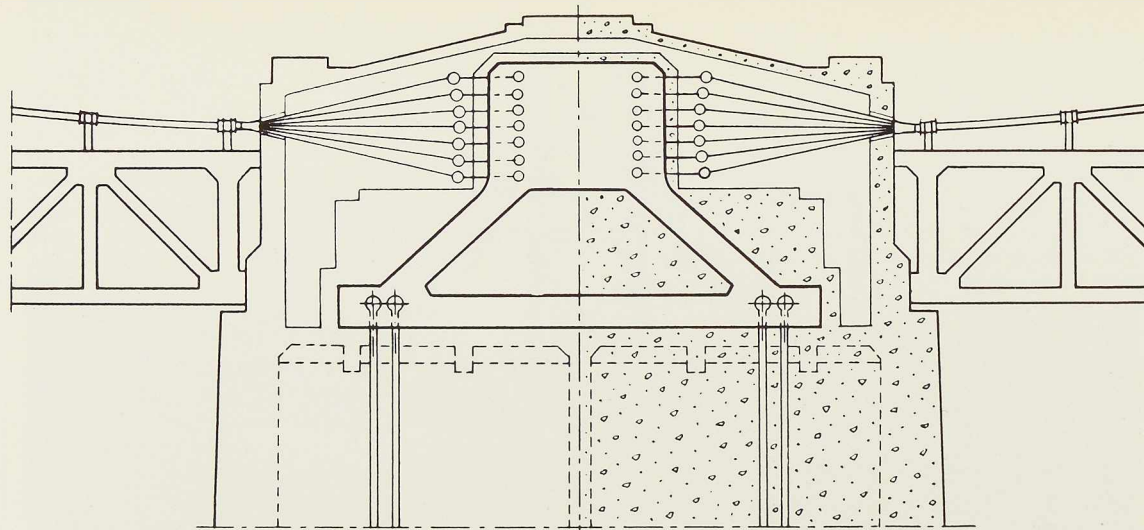


Fig. 364. Coupe dans le massif d'ancrage central W-4.

passerelle de montage. Lorsque la poulie volante passait sur le premier pylône, le fil du brin immobile était immédiatement ajusté, entre l'ancrage et le pylône, à la longueur du fil témoin. Le même ajustement se faisait pour la travée centrale dès que la poulie volante avait dépassé le second pylône. Lorsque la poulie volante arrivait à la fin de son voyage, la boucle était enlevée de la poulie et fixée sur un sabot et la longueur du fil du brin immobile était ajustée entre le deuxième pylône et l'ancrage. La poulie volante repartait alors en sens inverse avec une boucle (ou deux) appartenant à une autre bobine. Pendant ce nouveau voyage, on ajustait le fil du brin mobile du voyage précédent,

d'abord dans la travée extrême, ensuite dans la travée centrale, enfin dans la première travée, où il était passé autour du sabot et assujéti, en attendant de repartir avec la poulie volante à son prochain voyage. Le temps consacré à un voyage simple de la poulie volante, y compris l'ajustement des fils posés, était de 15 minutes. Chaque fil, aussitôt après qu'il avait été réglé, était maintenu par des pinces provisoires sur les selles des pylônes. Quatre torons étaient en confection simultanément sur chaque passerelle de travail, la première poulie volante posant alternativement 4 fils pour les torons 1 et 2, et l'autre poulie volante, 4 fils pour les torons 3 et 4. Lorsqu'on avait ainsi posé le nombre total de

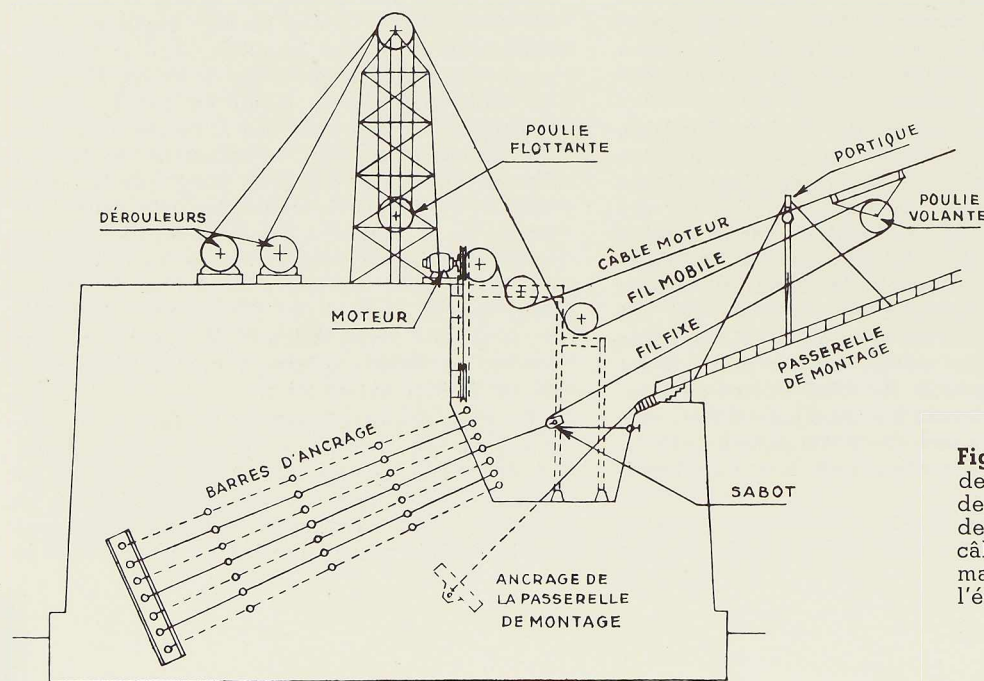


Fig. 365. Schéma des installations de déroulage et de filage de câble. (Ce schéma n'est pas à l'échelle.)

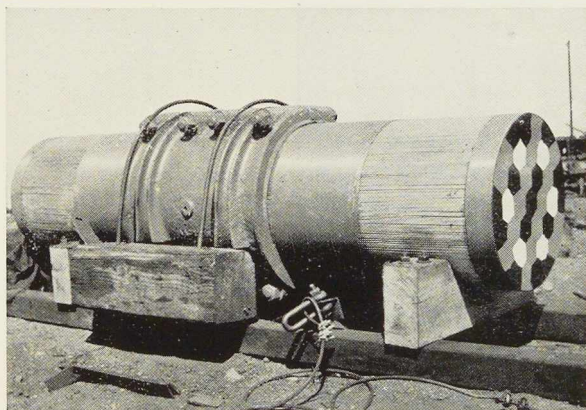


Fig. 366. Aspect d'un tronçon d'essai du câble, après compression par la machine de serrage.

fil constituant un toron, on coupait à longueur le brin initial et le brin final du fil et on les manchonnait bout à bout de sorte que chaque toron était en définitive constitué par un fil sans fin semblable à un écheveau de laine dont les deux bouts seraient noués ensemble. Dès qu'un toron était terminé, on le comprimait avec des pinces de serrage et on le maintenait au moyen de ceintures en feuillards à des intervalles d'environ 1^m50. Pendant cette opération les fils étaient peignés, les attaches provisoires étaient enlevées et tout fil trop long était coupé et réassemblé à la longueur nécessaire. Le toron achevé était ensuite soulevé de la selle provisoire sur laquelle il reposait au sommet du pylône et déposé dans les rainures de la selle définitive. Les sabots étaient alors transférés des supports provisoires où ils avaient été maintenus jusqu'alors, aux broches des barres à œillets du massif d'ancrage et la longueur totale des torons était ajustée de manière à réaliser les flèches voulues dans les travées centrales et latérales, les légères variations de longueur étant reprises par des fourrures entre les sabots et les broches.

Les 37 torons circulaires formaient par leur assemblage un câble de section hexagonale. Le

câble était alors comprimé par des machines de serrage à vérins pneumatiques. Cette compression faisait que la section hexagonale se transformait en section circulaire, de périmètre minimum ; toutefois la section hexagonale était maintenue au droit des pylônes, où les câbles reposent dans les selles. La figure 366 montre l'effet de compression sur un câble de 37 torons. Les machines de serrage travaillaient en descendant à partir des pylônes et étaient suivies de près par le placement de ceintures provisoires en câbles d'acier. Par la suite, le gros câble était enveloppé dans une enveloppe serrée de fils galvanisés n° 9, noyés dans une pâte de minium de plomb. L'enveloppe finale, confectionnée par un appareil se déplaçant le long du câble, n'était exécutée que lorsque le câble avait reçu toute sa charge de poids mort, car les tensions élastiques qu'il subit à ce moment réduisent sensiblement sa section, ce qui aurait eu pour effet de relâcher l'enveloppe en câble enroulé en spirale.

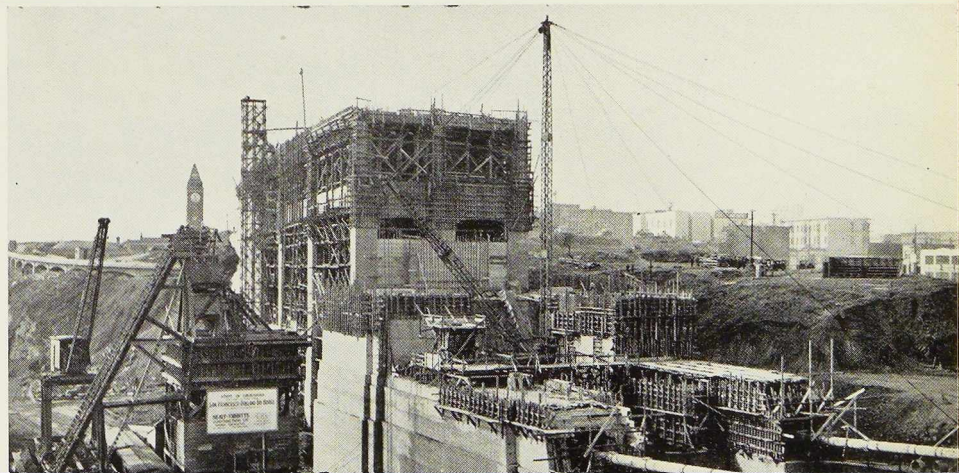
Le filage des câbles du pont suspendu Ouest fut commencé le 15 juin 1935, les passerelles et les installations de filage ayant été montées au début de l'année. Le 16 octobre on achevait le filage de ces câbles, et, depuis, plusieurs panneaux des poutres raidisseuses ont été mis en place. En ce qui concerne le pont suspendu Est, 85 % du filage des câbles étaient terminés au 1^{er} janvier 1936.

Ancrages

L'ancrage du côté de San-Francisco a été reporté à 275 mètres à l'Ouest de la pile W-1, parce que le sol rocheux se trouve à grande profondeur au droit de cette pile. L'introduction de cette longueur supplémentaire de câble non chargé a comme désavantage de rendre le pont Ouest plus flexible et, par conséquent, plus sujet aux déformations sous les charges mobiles. Le déplacement horizontal de la tête du pylône W-2, notamment, est par ce fait plus important.

Quant à l'ancrage de l'île Yerba Buena (extrémité Est des câbles du pont suspendu Est), il est réalisé dans deux tunnels de 50 mètres de

Fig. 367. Vue de l'ancrage de San-Francisco.



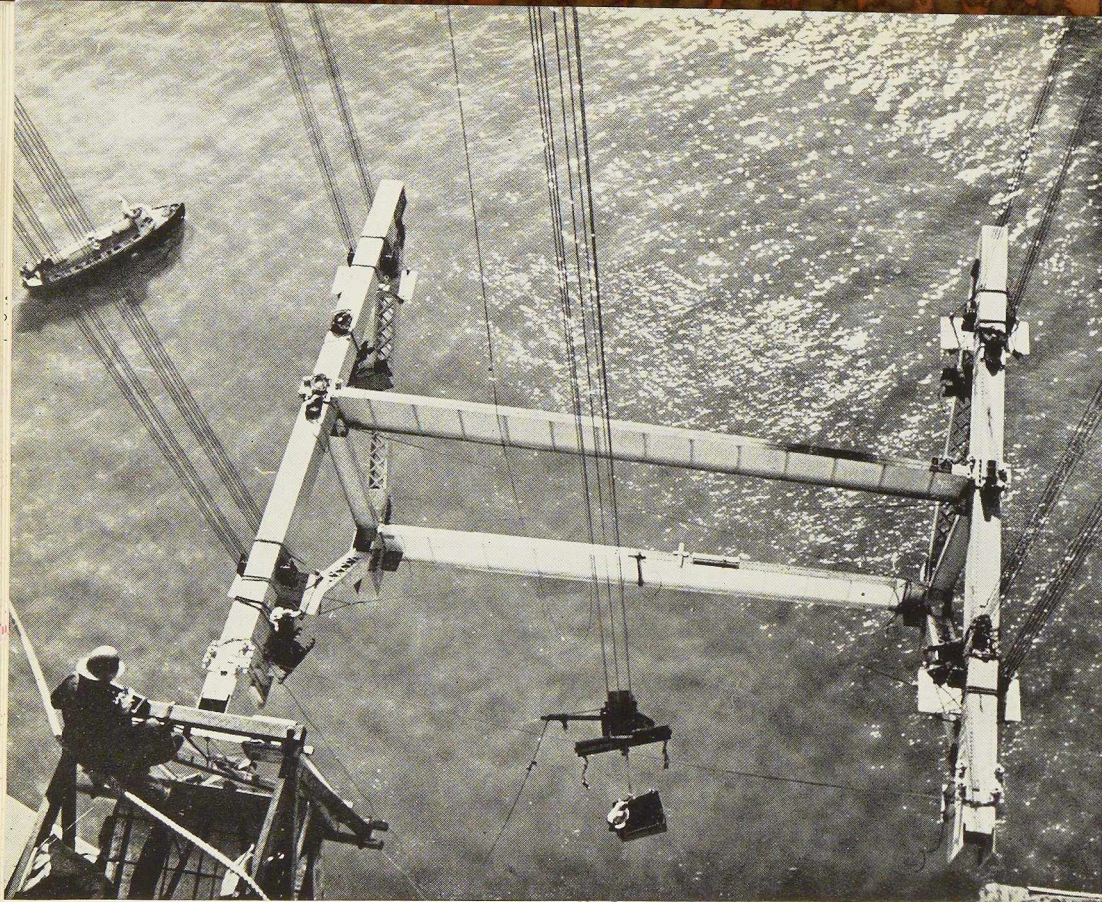


Fig. 368. Levage de la première section du tablier de 75 tonnes.

Fig. 369. Même section à 1^m83 de sa position définitive, avant sa fixation aux culots.



N° 6 - 1936



Fig. 370. Vue de plusieurs panneaux du tablier suspendu déjà montés.



longueur, percés dans le roc et remplis de béton. A la pile d'ancrage centrale, entre les ponts suspendus Ouest et Est, les câbles sont attachés à deux lourds chevalets en charpente métallique, au moyen des sabots et barres à œillets habituels. Sous l'effet des poids morts symétriques, les deux travées d'ancrage centrales se comportent virtuellement comme une travée suspendue, la tension dans les câbles étant transmise par l'intermédiaire des chevalets d'ancrage. En vue de résister aux sollicitations dues aux charges dissymétriques pouvant agir sur les travées adjacentes, les charpentes des ancrages et les barres à œillets sont profondément ancrées dans les murs en béton massif de la pile. 285 tonnes d'acier au nickel ont été employées dans cet ancrage (fig. 364).

Tabliers suspendus

Après avoir mis en place les suspentes, on procéda au montage des tabliers suspendus. Un chantier fut organisé à Islais Creek, pour le montage et le rivetage en série des différentes pièces du treillis.

Les éléments de montage consistaient en général en tronçons des deux poutres raidisseuses, d'une longueur de 27 mètres, et ayant toutes la largeur du tablier (20 mètres), chaque élément comprenant au moins une entretoise du tablier supérieur et une entretoise du tablier inférieur. Le poids de ces sections variait de 75 à 210 tonnes. Pour le transport des sections du chantier de construction jusqu'au pont, on amenaît une barge alourdie d'un fort ballast d'eau, sous les échafaudages de construction. On soulevait la charpente sur la barge en vidant le ballast par pompage. La barge était ensuite remorquée jusqu'à l'endroit convenable en dessous des câbles de levage du pont. Le levage se faisait au moyen

de treuils placés aux pieds des pylônes. Les câbles de levage portaient des treuils, remontant le long des pylônes jusqu'à un niveau supérieur aux culots des suspentes, puis portaient horizontalement jusqu'à des poutres de levage qui se déplaçaient le long des gros câbles porteurs auxquels elles étaient solidement assujetties (fig. 359). Ces poutres portaient 4 groupes de palans à 12 poulies.

Dans le but de charger symétriquement les câbles porteurs, le montage du tablier se faisait en partant du centre de la travée principale vers les deux pylônes et en même temps des extrémités extérieures des travées latérales vers les mêmes pylônes.

Des essais sur modèle réduit à une échelle de 1/100 ont été faits pour déterminer les déformations élastiques des câbles, au cours des différentes phases de montage du tablier.

La figure 368 montre le levage de la première section de 75 tonnes du tablier et la figure 369 montre la même section à 1^h83 de sa position définitive, juste avant sa fixation aux culots des suspentes, dont on distingue quatre groupes de quatre sur la photographie. Les ouvriers travaillaient à une hauteur de 75 mètres au-dessus du niveau de la mer et portaient des casques de protection en bakélite et en étoffe.

Pont cantilever de la Baie de l'Est

Le pont cantilever de la Baie de l'Est est le premier pont de la série d'ouvrage reliant l'île Yerba Buena à la ville d'Oakland. Il présente une travée centrale de 427 mètres de longueur et deux travées d'ancrage de 155^m85. La travée de 427 mètres contient 12.700 tonnes d'acier. Les membrures supérieures et inférieures comportent 3.450 tonnes d'acier au nickel répondant aux spécifications suivantes : tension de rupture



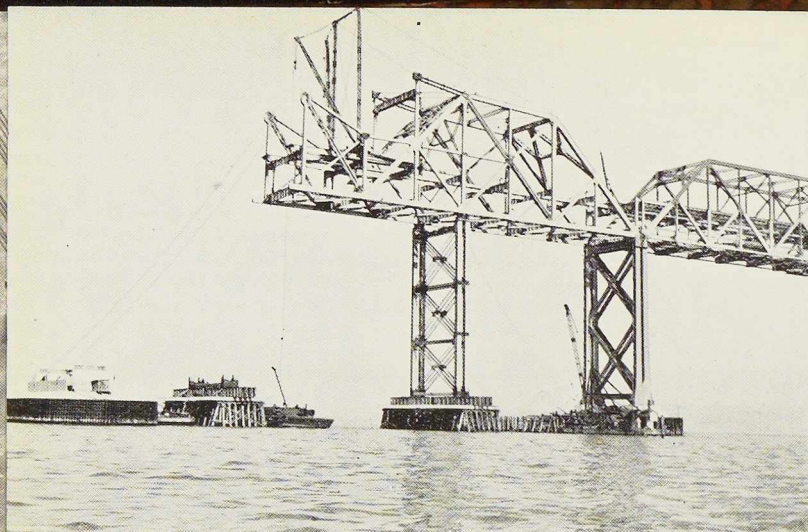


Fig. 371. Construction de la travée d'ancrage du pont cantilever. A l'extrême gauche, on aperçoit la pile définitive en construction.

63,3 kg par mm², limite élastique 38,7 kg par mm², allongement en pour cent : 1.125 divisé par la tension de rupture (en kg par mm²) sur éprouvette américaine de 8 pouces : striction : 30 % ; essai de pliage : 180° autour d'un diamètre de 1,5 fois l'épaisseur de l'éprouvette.

La construction de ce pont est en voie d'achèvement. Le montage s'est fait en partant des deux extrémités des travées d'ancrage vers le centre, les différents éléments amenés par eau étaient levés au moyen de quatre grues mobiles, deux à chaque travée d'ancrage. Les grues, après avoir construit ces travées, servirent au montage des deux piles principales, puis de la travée centrale de 427 mètres, entièrement construites en porte-à-faux. La fondation de la pile cantilever principale E-3 (vue à l'avant-plan de la photographie fig. 355) atteint une profondeur de 73^m80 en dessous du niveau de la mer, ce qui constitue la plus grande profondeur de fondation qui ait jamais été réalisée. Les travées d'ancrage furent érigées en se servant de palées provisoires : au moment où le montage en porte-à-faux atteignit les piles principales E-2 et E-3, les grues de montage mirent en place la charpente de ces piles. 16.750 tonnes d'acier entrèrent dans la construction de la travée cantilever complète ; la quantité totale d'acier employée dans la construction du pont de la Baie de l'Est est de 51.000 tonnes.

Pour signaler de nuit le pont aux avions, cinq phares équipés de 2 lampes de 200 watts à feux clignotants sont installés aux points les plus saillants du pont.

Les travées d'approche

L'extrémité Est, côté Oakland, du pont aboutit à une longue digue parallèle au môle de la route de Key. A l'Est de la pile E-23, qui porte la dernière des quatorze travées de 88^m75, le tablier

inférieur s'ouvre en deux branches pour permettre au tablier supérieur de descendre entre les chaussées des camions et les voies du chemin de fer interurbain et de ramener ainsi le tablier supérieur vers le niveau de la digue existante. A partir de la pile E-23, la chaussée des camions du tablier inférieur est portée par un viaduc de dix travées en béton armé, de 12^m60 de portée. Quant au tablier supérieur, il descend au niveau de la digue par dix travées métalliques de 25^m16 et six travées de 12^m60 en béton armé. En approchant de la côte d'Oakland, les voies divergent en une série complexe de routes, avec passages supérieurs et inférieurs, distribuant le trafic entre les villes d'Oakland, d'Alameda, d'Emeryville et de Berkeley. Ce réseau de routes d'approche comporte 2.000 mètres de viaducs en béton et 600 mètres de viaducs en acier.

Etat actuel des travaux

A l'heure actuelle ⁽¹⁾, environ deux tiers des travaux, commencés le 9 juillet 1933, sont achevés. L'infra-structure des 51 piles est terminée. Tous les caissons ont été foncés et, malgré la profondeur exceptionnelle des fondations, il n'y eut qu'un seul incident : le caisson de la pile W-6 s'est incliné, et son redressement a exigé plusieurs semaines d'opérations délicates.

Les câbles porteurs des ponts suspendus sont tous en place et une très grande partie du tablier est montée. Le revêtement intérieur du tunnel d'Yerba Buena est achevé et l'on termine le viaduc en béton armé de l'île, servant à supporter le trafic des deux tabliers.

Dans la Baie de l'Est, les 19 travées d'approche, les deux travées d'ancrage et la travée cantilever sont actuellement montées. Le viaduc de

⁽¹⁾ A la date de la conférence du Professeur Husband, savoir le 13 février 1936 (N.D.L.R.).



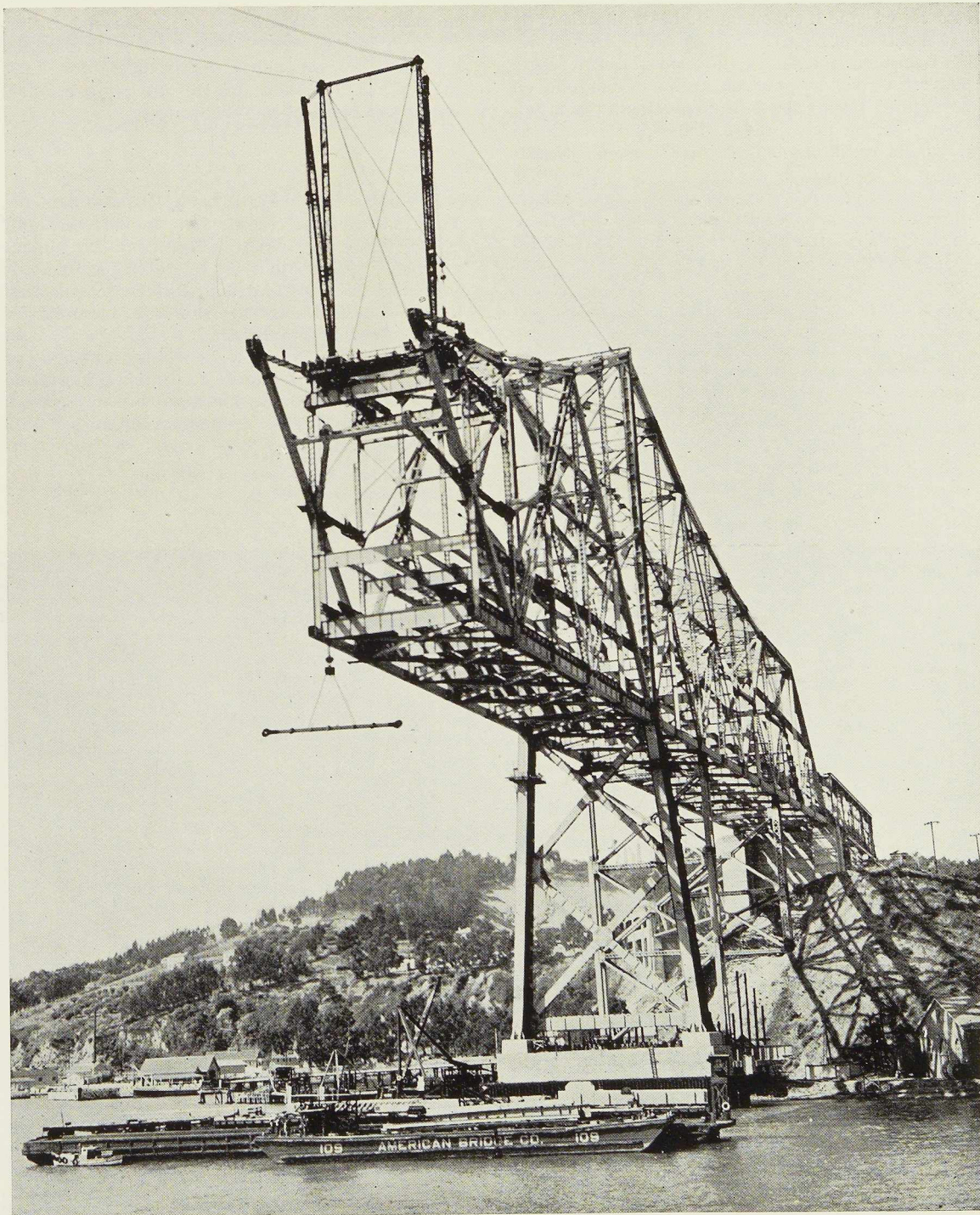


Fig. 372.

N° 6 - 1936



l'île est en voie d'achèvement. Les remblais et la construction des routes d'accès sur la rive d'Oakland sont en grande partie terminés. On espère pouvoir ouvrir le pont au trafic automobile en novembre 1936, c'est-à-dire plusieurs mois en avance sur la date prévue. La capacité du pont sera telle qu'il pourrait donner passage annuellement à 30 millions de camions et automobiles et à 50 millions de voyageurs en trains de la ligne interurbaine. La population des villes de la Baie de San-Francisco et d'Oakland est de 1.750.000 habitants environ. L'estimation du prix de la construction, aussi précise qu'on puisse la faire en ce moment, s'établit à 77.600.000 dollars.

La figure 373 montre le pont tel qu'il apparaissait, vu de la rive de San-Francisco, à la veille de Noël 1935. Les illuminations le long des câbles et sur les piles lui donnent une apparence féerique. La figure 353 montre la situation relative du grand pont suspendu de la Golden Gate et des ponts de la Baie de San-Francisco.

La longueur totale de l'ouvrage, depuis le com-

mencement de la rampe de San-Francisco jusqu'à l'entrée du viaduc de distribution d'Emeryville, est approximativement de 11.094 mètres. La longueur propre du pont est très approximativement de 7.885 mètres.

*
**

Le pont a été construit par le Département des Travaux Publics de l'Etat, dont M. Earl Lee Kelly est le directeur et M. C. H. Purcell l'ingénieur en chef, à qui l'auteur est très obligé pour l'aide précieuse qu'ils lui ont donnée pour la rédaction de ces notes. Il tient également à remercier les revues *Engineering* et *Engineering News-Record* pour la permission d'insérer plusieurs de leurs illustrations, ainsi que la *Columbia Steel Company* et l'*American Bridge Company* qui lui ont obligeamment prêté des photographies par l'intermédiaire de la *United States Steel Products Company*.

J. H.



Fig. 373. Illumination du pont à la veille de Noël 1935.

Les échafaudages tubulaires en Italie

L'OSSATURE MÉTALLIQUE a publié dans son n° 1-1936 un article sur les échafaudages tubulaires ; cet article était principalement consacré aux applications du tube d'acier dans la construction et la réparation des bâtiments. En Italie, la Société Fratelli Innocenti a utilisé la construction tubulaire non seulement pour les échafaudages dans le bâtiment, mais également pour des constructions provisoires importantes destinées à des manifestations sportives ou artistiques. Nous en donnons ci-après quelques exemples parfois inattendus.

Fig. 374. Echafaudage construit à l'intérieur de la Basilique Saint-Paul à Rome pour la réparation de la voûte. Cet échafaudage qui comporte 15.500 mètres de tubes, pèse 69 tonnes.

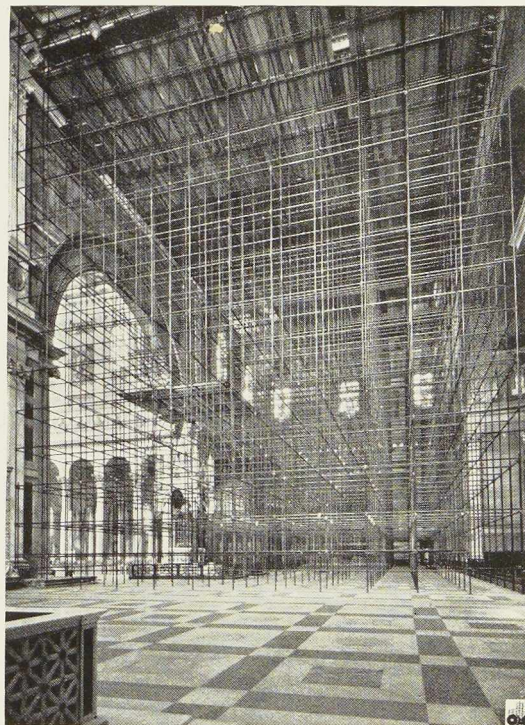


Fig. 375. Au cours des travaux effectués au Palais Farnèse, siège de l'Ambassade de France en Italie, on a utilisé un échafaudage tubulaire de 25 tonnes dont le montage n'a nécessité que 480 heures de main-d'œuvre. On en notera la légèreté.



N° 6 - 1936



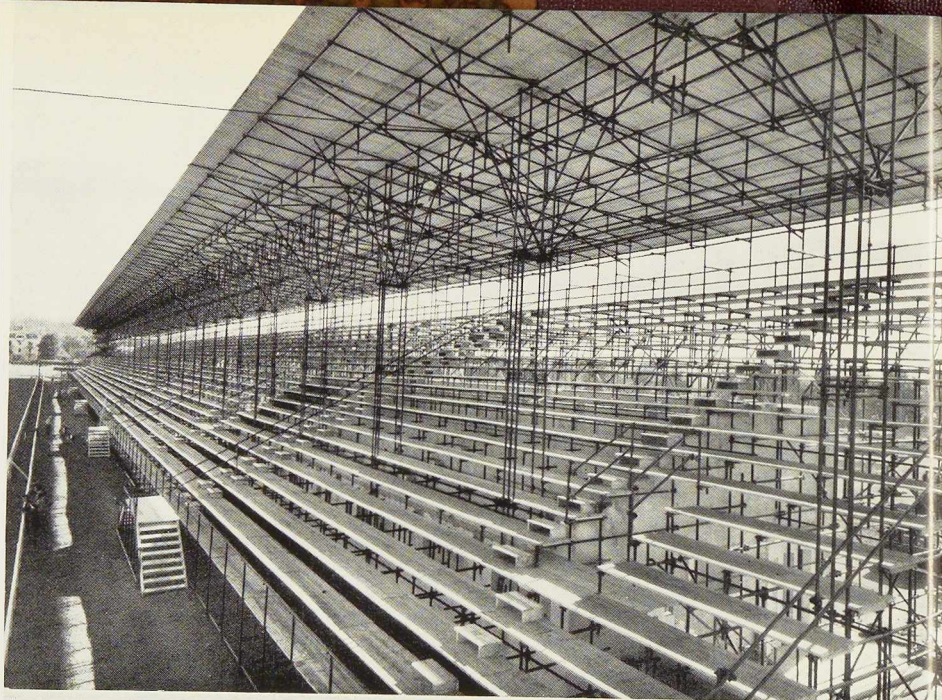


Fig. 376

Fig. 377

Fig. 376 et 378. A l'occasion d'une course hippique importante, on a construit à Merano, dans le Tyrol italien, en octobre 1935, ces deux tribunes de respectivement 5.000 et 15.000 places. La charge prévue est de 600 kg par mètre carré. Le nombre de joints spéciaux d'assemblage utilisés a été de 35.000. Les tubes d'acier d'un poids total de 283 tonnes totalisaient une longueur de 57.000 mètres.

Fig. 377. Autre tribune de 3.000 places construite à Rome.

Fig. 379. Tremplin de ski de 120 mètres de longueur construit pour le Club de Ski de Mottarone près de Stresa. Le montage de 24 tonnes de tubes a été rendu pénible par le froid et la difficulté des transports.

Fig. 380. Passerelle construite pour franchir le circuit, lors d'une course automobile à Pescara. La portée est de 15^m60. La passerelle qui pèse 3.800 kg n'a nécessité que 80 heures de main-d'œuvre.

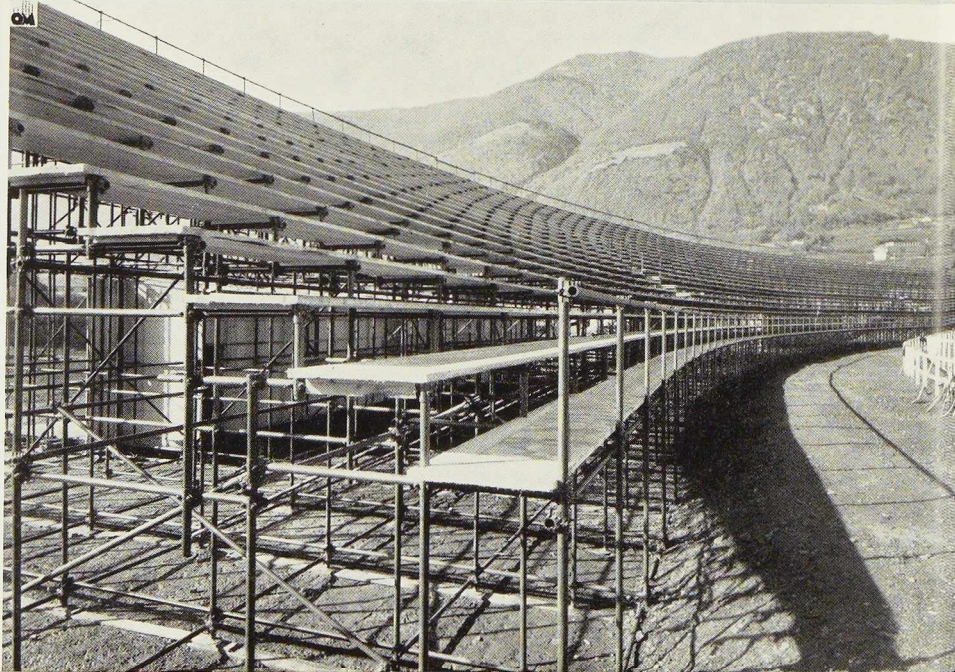
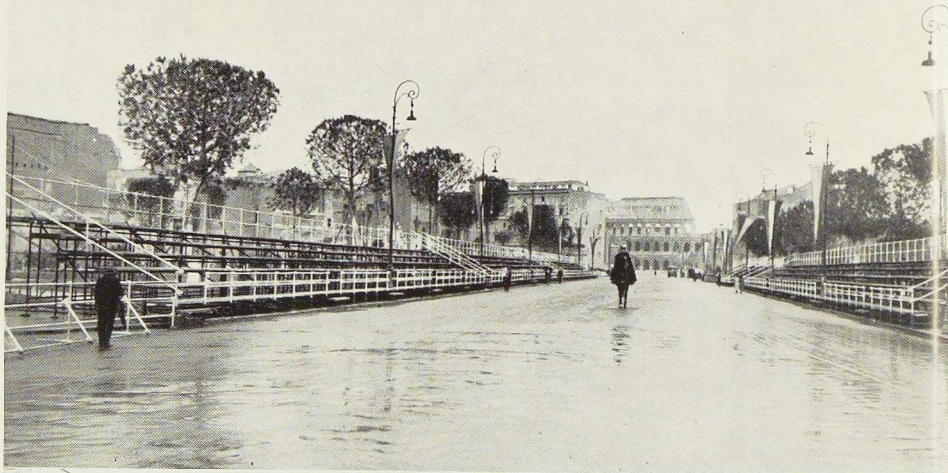


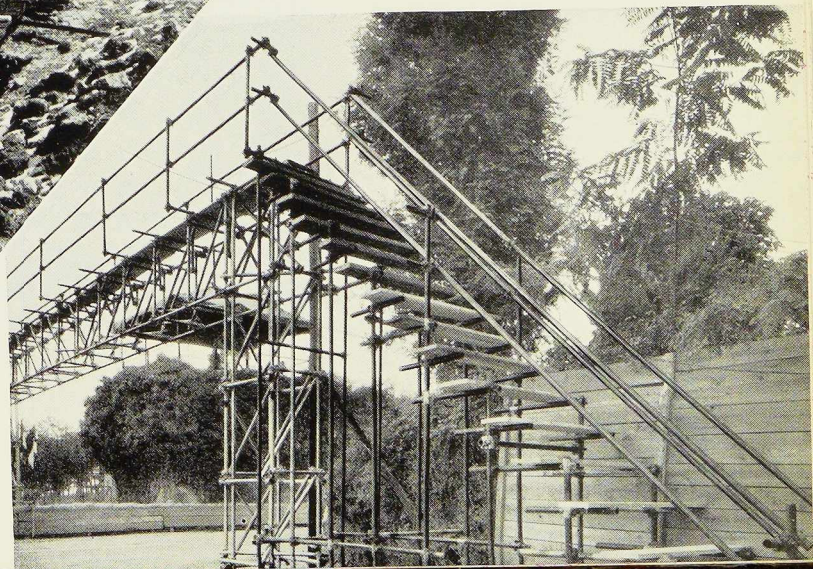
Fig. 378





Fig. 379

Fig. 380



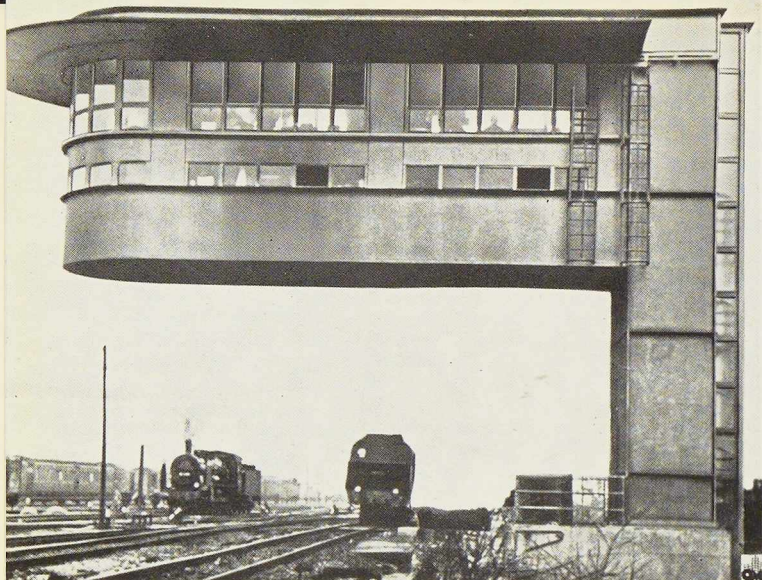


Photo Weltbild (d'après « Technische Blätter », n° 16-1936)
Fig. 381

Le nouveau poste de signalisation de Mayence

Le nouveau poste de signalisation de Mayence est une construction aux lignes originales. La hardiesse de sa conception, lui assure une beauté que n'ont malheureusement pas toujours les constructions industrielles (fig. 381).

La cabine de signalisation entièrement en acier, de 4^m30 de largeur et d'environ 12 mètres de longueur, ne prend appui qu'à une de ses extrémités, sur deux montants en tôle soudée de 1^m75 de largeur. Ces montants servent également de paroi à l'escalier. Le poste de surveillance et la salle des appareils sont entièrement en porte à faux au-dessus de la voie.

Une épitaphe écrite à l'arc électrique

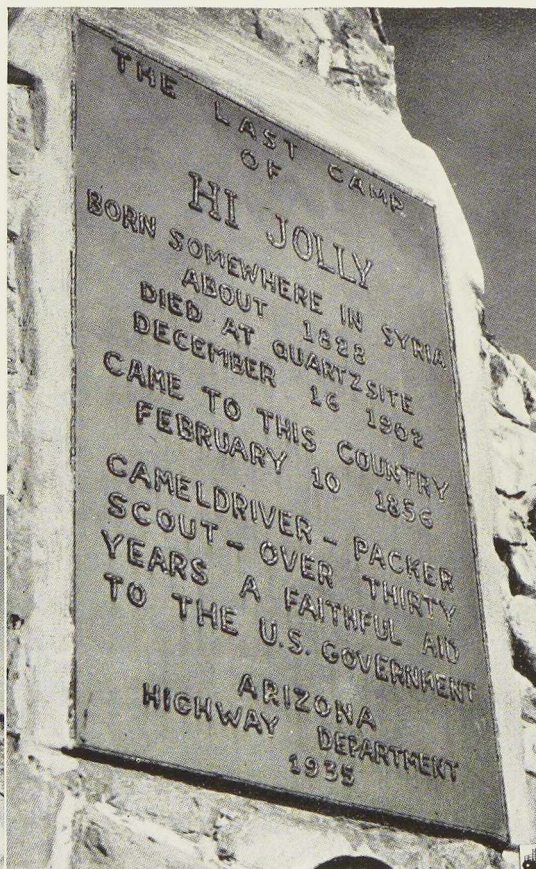
Les Américains viennent d'élever, dans le désert de l'Arizona, un monument à l'Arabe Hadji Ali, surnommé Hi Jolly, qui débarqua aux Etats-Unis en 1856 avec trente-cinq chameaux pour tenter d'établir des routes de caravanes à travers les déserts arides du Sud-Ouest.

L'expérience ne fut pas concluante, mais le souvenir de Hi Jolly et de ses chameaux est resté très vivace et c'est pour le perpétuer qu'un monument a été érigé, dont la plaque en acier a été entièrement gravée en relief au moyen de l'arc électrique (fig. 382).

Communiqué par la Lincoln Electric Company de Cleveland (E. U.)



Fig. 382



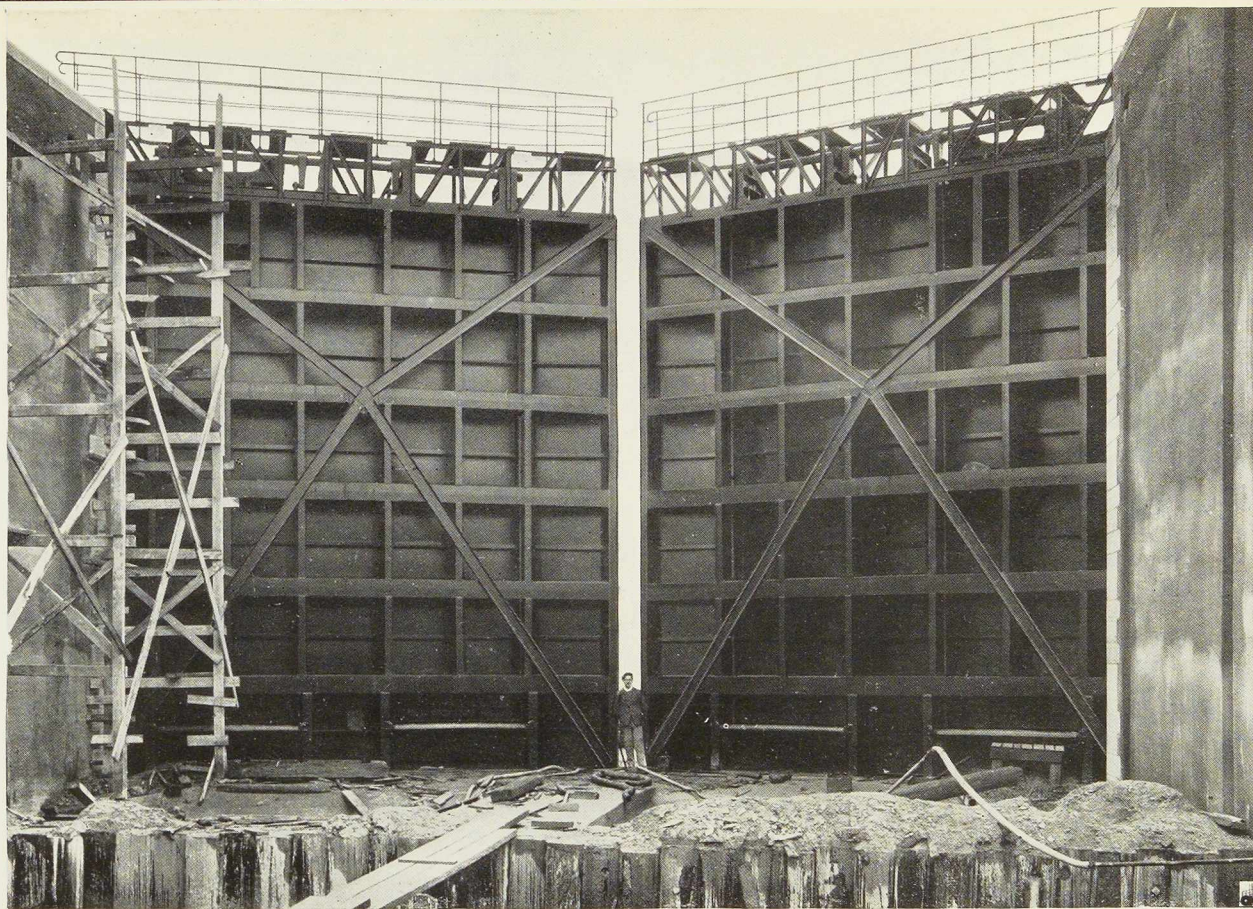


Fig. 383. Une porte aval de l'écluse de Wynegem sur le Canal Albert.
Chaque vantail a 8^m839 de largeur et 9^m950 de hauteur.

Les barrages et portes d'écluses soudés en Belgique

par A. Spoliansky,

Ingénieur des Constructions Civiles et Electricien A. I. Lg.

Avant-propos

La Construction du Canal Albert et, d'autre part, les vastes travaux d'amélioration des cours d'eau ont nécessité l'érection de multiples barrages et écluses en Belgique au cours de ces 5 dernières années.

La presque totalité des constructions métalliques intervenant dans ces ouvrages a été exécutée en soudé.

Dans une série d'articles, dont certains ont été publiés ici-même ⁽¹⁾, nous avons montré l'essor

⁽¹⁾ Construction du pont tournant du Muide, A. Spoliansky, L'OSSATURE MÉTALLIQUE, n° 6-1933, pp. 259-261. Pont « C » d'Hérenthals sur le canal Albert — Le premier pont entièrement soudé construit en Belgique, A. Spoliansky, L'OSSATURE MÉTALLIQUE, n° 9-1934, pp. 407-413.

Les ponts de Dudzele sur les canaux de Schipdonck et Selzaete, A. Spoliansky, L'OSSATURE MÉTALLIQUE, n° 5-1936, pp. 236-238.

remarquable qu'a pris la construction soudée, à la suite de l'érection du premier pont soudé belge, le Pont de Lanaye sur le Canal Albert, en 1931. Non seulement la soudure avait gagné définitivement ses droits de cité, mais elle avait retenu l'attention générale.

Dans la construction des charpentes fixes, la soudure s'était révélée comme un moyen particulièrement économique et commode ; elle devait l'être *a fortiori* dans tous les domaines de constructions mobiles, telles que ponts roulants, ponts mobiles, wagons, etc., par l'allègement que l'on pouvait obtenir et dans le domaine des constructions hydrauliques, par l'étanchéité absolue que l'on pouvait réaliser.

Si, même dans l'état actuel de la construction soudée et au point de vue du seul critère, le prix de revient global, on pouvait encore concevoir

N° 6 - 1936



une concurrence possible entre la rivure et la soudure dans certains travaux, il est hors de doute que pour beaucoup de constructions et indépendamment du prix, la soudure peut s'imposer par ses propriétés intrinsèques. Ainsi pour les barrages et les portes d'écluses :

1° L'allègement de la charpente métallique permettra une diminution sensible des mécanismes et une économie dans les frais d'exploitation, tout en assurant une grande raideur à la construction ;

2° Une étanchéité parfaite peut être obtenue sans difficulté et économiquement ;

3° La facilité d'entretien qui caractérise toute construction soudée en prolongera la vie.

Or, raideur, légèreté, étanchéité, facilité d'entretien, constituent les principales qualités auxquelles doivent répondre des portes d'écluses bien conçues.

Il ne faut donc pas s'étonner si, après les premières portes d'écluses ou barrages soudés construits par l'initiative d'un seul constructeur, l'Administration des Ponts et Chaussées commence par imposer la soudure.

Formes constitutives

Une porte d'écluse n'est autre chose qu'un tablier de pont avec platelage en tôle et poutrage de support.

Les épaisseurs des tôles sont généralement des minima compatibles avec leur fonction. Néanmoins il devient possible de ne pas dépasser ces

minima par la facilité de disposition des raidisseurs : rien n'empêcherait d'exécuter ces portes avec une tôle d'épaisseur unique. En plus de cela, le monolitisme de la construction permet de faire intervenir dans une certaine mesure la tôle de bordage comme élément intégrant des nervures secondaires et de les alléger, tout comme dans un hourdis nervuré en béton armé.

Ces nervures secondaires, les entretoises principales et les montants peuvent être constitués par des profilés ou par des poutres soudées. Les deux principes ont été appliqués dans la construction des portes d'écluses belges suivant leur opportunité.

Le monolitisme de la construction soudée assure déjà par lui-même une indéformabilité suffisante; néanmoins des contreventements en croix de Saint-André ont été généralement prévus.

A part ces quelques particularités les principes directeurs d'une bonne conception restent les mêmes pour un ouvrage rivé ou soudé.

La principale, sinon la seule difficulté de la construction d'une porte d'écluse soudée réside dans les déformations thermiques, accrues par la dissymétrie des éléments (une seule tôle de bordage par exemple).

Le programme d'exécution des soudures doit être spécialement étudié, et tous les moyens pour éviter les déformations doivent être mis en œuvre, afin d'éviter de graves mécomptes.

Nous décrivons ci-après succinctement quelques exécutions récentes faites en Belgique.

Le barrage éclusé de Marcinelle

Cet ouvrage considérable destiné à améliorer la Sambre à Charleroi, et à éviter les inondations calamiteuses, tout en facilitant la navigation, a été mis en adjudication en juin 1931, suivant projet général de M. CAULIER, Ingénieur Principal des Ponts et Chaussées. La partie métallique faisait l'objet d'un concours : ce fut le projet soudé de la Société Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi qui fut adopté.

Une étude complète de l'ouvrage sortirait du cadre de cet article. Nous nous bornerons à décrire les parties métalliques proprement dites.

Portes d'écluse. — Les portes de l'écluse, dont le sas a environ 130 mètres de longueur, sont du type à un vantail; elles se déplacent dans un plan normal à l'axe du sas. Chacune d'elles (fig. 384) est suspendue par câbles métalliques à un chariot qui roule sur une passerelle supportée par des piliers en béton. La suspension

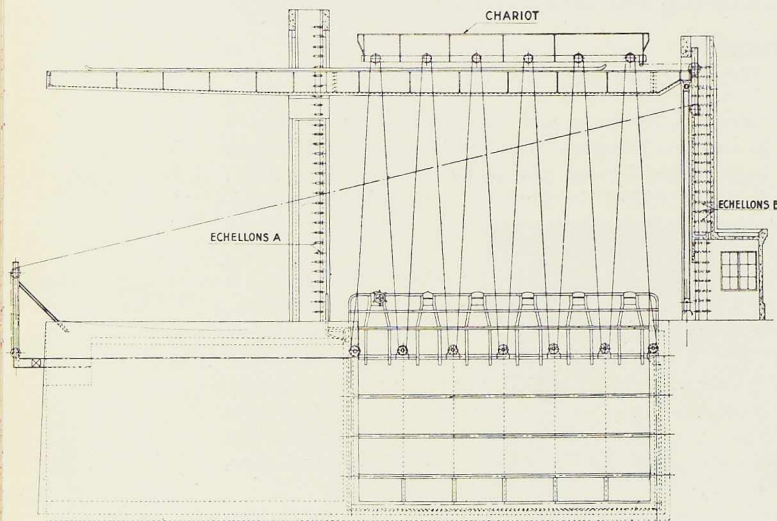


Fig. 384. Porte d'écluse à Marcinelle.



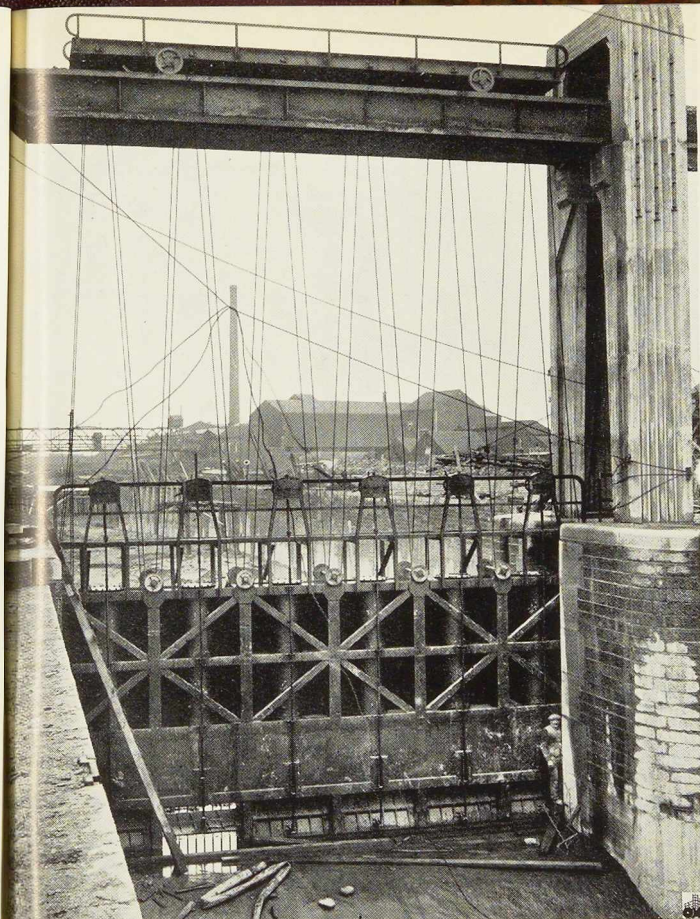


Fig. 385. Une des portes d'écluse du barrage éclusé de Marcinelle. Ces portes sont suspendues à un chariot qui se déplace sur une passerelle surélevée.

des portes aux passerelles est conçue de telle manière que les vantaux puissent être aisément soulevés hors de l'eau à l'aide de palans.

L'ouverture de chacun des vantaux se fait par traction exercée sur la porte par le câble métallique au moyen d'un treuil à engrenages droits, installé sur le bajoyer de rive pour la porte amont et sur le bajoyer en rivière pour la porte aval.

La fermeture de la porte se fait également par traction exercée sur la porte par le câble métallique au moyen du même treuil. Les vantelles basculantes sont manœuvrées par treuils du niveau de la passerelle des portes.

Porte aval. — Largeur de la porte . . . 12^m900
Hauteur 7^m100
Épaisseur 0^m700

La porte est calculée dans les 2 hypothèses suivantes :

1° Pleine pression à l'amont, pas d'eau en aval, fatigue admise 12 kg/mm² ;

2° Sous régime normal, avec différence de niveau de 2^m35 et taux de fatigue 10 kg/mm².

Le poids d'un vantail

en rivé était de 25.384 kg,
en soudé 20.234 kg,

soit un gain de poids d'environ 20 %.

Les portes comportent un double bordage en tôle de 10 mm, réalisant ainsi des capacités pour l'équilibrage de la porte. Des cheminées de visite étanches permettent un entretien facile à l'intérieur.

La porte est constituée par 6 entretoises ayant une âme de 750 par 10 mm et des semelles soudées d'épaisseur et largeur variables. Les 2 montants extrêmes d'encadrement ont identiquement la même constitution. Les montants intermédiaires ont une âme de 750 × 10, les semelles étant constituées par les tôles du bordage. On a, en outre, prévu un certain nombre de raidisseurs de tôle secondaires en profilés normaux légers.

A cause du double bordage, on a dû interrompre les tôles aux entretoises et les y souder bout à bout (fig. 386).

L'ensemble est monolithe et parfaitement rigide ; néanmoins des contreventements y ont été prévus.

La porte a été expédiée, la passerelle et les deux montants extrêmes étant démontés, en deux tronçons comprenant chacun trois entretoises. Au chantier ces deux tronçons ont été réunis en y soudant la tôle de bordage médiane, puis on a soudé les montants extrêmes et la passerelle.

Porte amont. — Largeur . . . 9^m400
Hauteur . . . 4^m550

Comme pour la porte aval et pour la même raison, un double bordage a été prévu. La constitu-

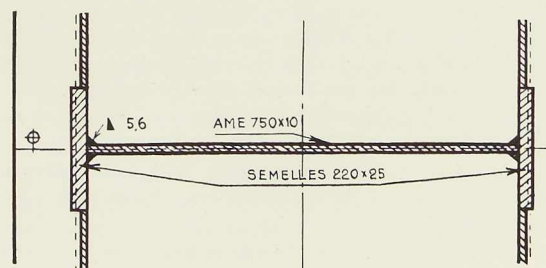


Fig. 386. Assemblage du double bordage à une entretoise.

N° 6 - 1936



voisés sur le chantier démontés, et soudés au montage. La grosse difficulté de ce montage était que les jeux entre pièces devaient être réduits au minimum compatible avec une bonne étanchéité et la manœuvre de la vannette.

La largeur du pertuis est de 13 mètres. La hauteur du barrage avec hausse mobile rabattue est de 2^m680. La hauteur maximum avec hausse non rabattue est de 4^m600.

Le poids total en construction rivée aurait été de 43.000 kg : en soudé on l'a réalisée avec 35.864 kg, soit 16,8 % de gain.

Vannette. — La vannette se compose également de 2 poutres principales horizontales sur lesquelles est soudé le bordage simple en tôle de 10 mm, avec raidisseurs en plats et profilés normaux légers. Ces poutres prennent appui sur deux montants assurant le levage de la pièce.

A cause de sa forme spéciale (fig. 389) et d'une disposition d'éléments complètement dissymétriques, il a fallu prendre des précautions très sérieuses pour éviter tout

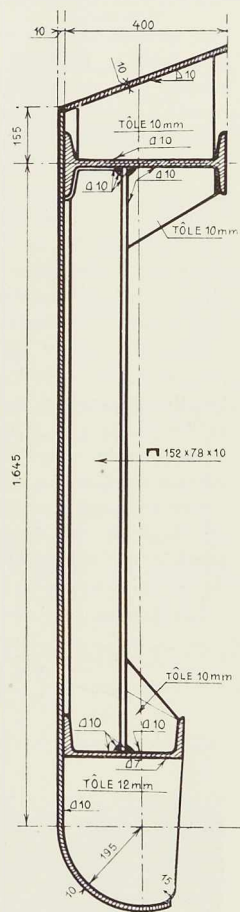


Fig. 389. Vannette du barrage.

gauchissement, de façon à maintenir les axes de rotation dans un plan rectiligne et obtenir un bon fonctionnement en même temps qu'une étanchéité parfaite.

La vannette en soudé pèse 10 tonnes ; en rivé elle aurait pesé 11 tonnes.

Quelques détails. — On pourrait citer beaucoup d'exemples intéressants, où la soudure a permis de grandes simplifications d'exécution ou d'importantes économies de matières. Le hasard a fait que la première exécution soudée d'un ouvrage de retenue fut le barrage de Marcinelle, où la variété des formes et des éléments était très grande. Dans la crainte de trop allonger cet article, nous ne citerons qu'un exemple de remplacement d'une pièce en acier coulé par de la soudure : un dispositif de suspension (fig. 390).

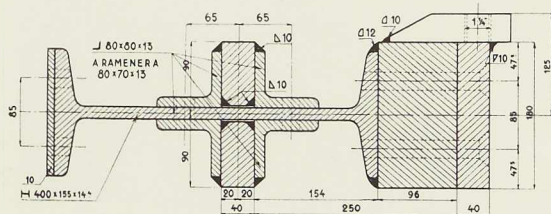


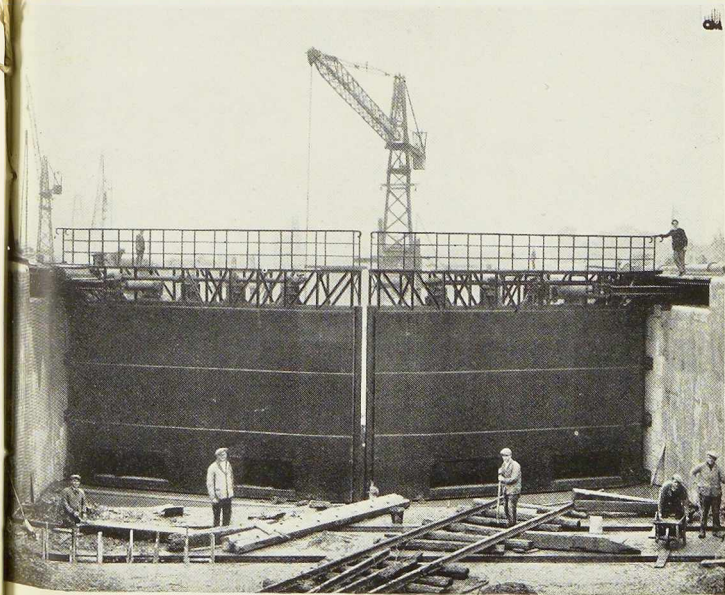
Fig. 390. Détail de la suspension de la vanne Stony.

L'écluse de Wynegem (1933-1934)

L'écluse de Wynegem est une des 6 écluses qui s'échelonnent entre Anvers et Liège ; elle est double pour être indépendante de toute avarie ou réparation ; chaque sas mesure 136 mètres de longueur sur 16 mètres de largeur, et présente une différence de niveau de 5^m700. L'écluse est établie suivant des principes nouveaux en ce qui concerne le remplissage et la vidange du sas : les aqueducs larrons, dans les bajoyers, sont supprimés, et l'eau de remplissage ou de vidange passe par des vannes à segments en acier coulé pratiquées dans les portes mêmes, deux par vantail, et présentant chacune une ouverture de 2^m20 x 0^m80.

L'étanchéité latérale de ces vannes est obtenue au moyen de lamelles flexibles en acier inoxydable revêtues de secteurs en bronze se déplaçant sur des pièces en acier coulé fixées sur les parois des ouvertures des portes. A la partie inférieure,

Fig. 391. Une porte amont de l'écluse de Wynegem.



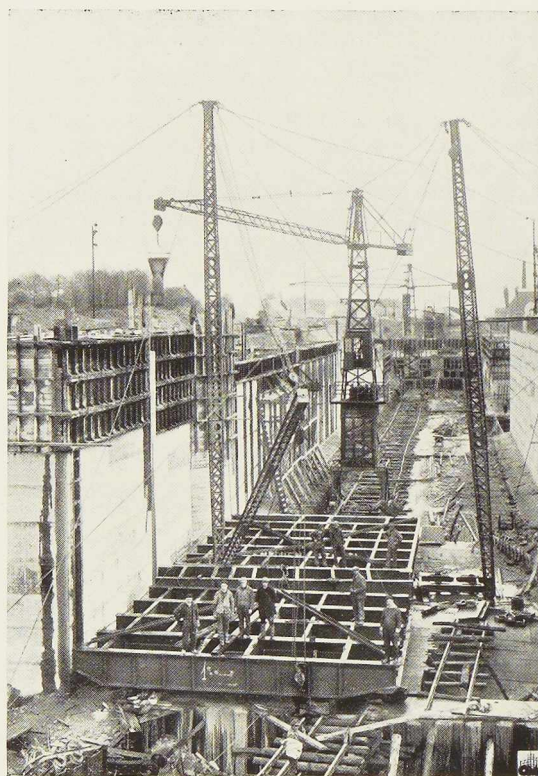


Fig. 392. Assemblage des vantaux aval sur chantier.

ces vannes posent sur des lamelles également en bronze et l'étanchéité de la partie supérieure est réalisée par des joints en caoutchouc pressés sur un guide en acier coulé au moyen de lamelles flexibles en acier inoxydable.

La force vive de l'eau est détruite dans des chambres de tourbillonnement avec revêtement en acier coulé, établies dans la tête amont ; de cette façon le remplissage se fait sans nuire à la tranquillité du bateau dans le sas.

De même des fosses de destruction d'énergie se trouvent à la tête aval pour amortir l'eau de sortie. L'écluse, œuvre de M. A. BRAECKMAN, Ingénieur Principal aux Ponts et Chaussées, a été étudiée directement sur modèle, ce qui a permis de définir la forme des chambres, la grandeur des vannes et le mode de manœuvre.

L'intercommunication des deux sas est prévue

Fig. 393. Détail de la porte amont.

par quatre vannes segments, semblables à celles des portes, établies dans le bajoyer central et accouplées par groupes de deux, chaque groupe servant à la vidange d'un sas dans l'autre. De cette façon, l'un des sas peut servir de bassin d'épargne pour l'autre sas, en cas de pénurie d'eau d'alimentation.

La différence des vannes d'intercommunication avec les vannes des portes ne se manifeste que dans la conception des joints latéraux d'étanchéité, qui ont dû être établis pour obtenir l'étanchéité dans les deux sens.

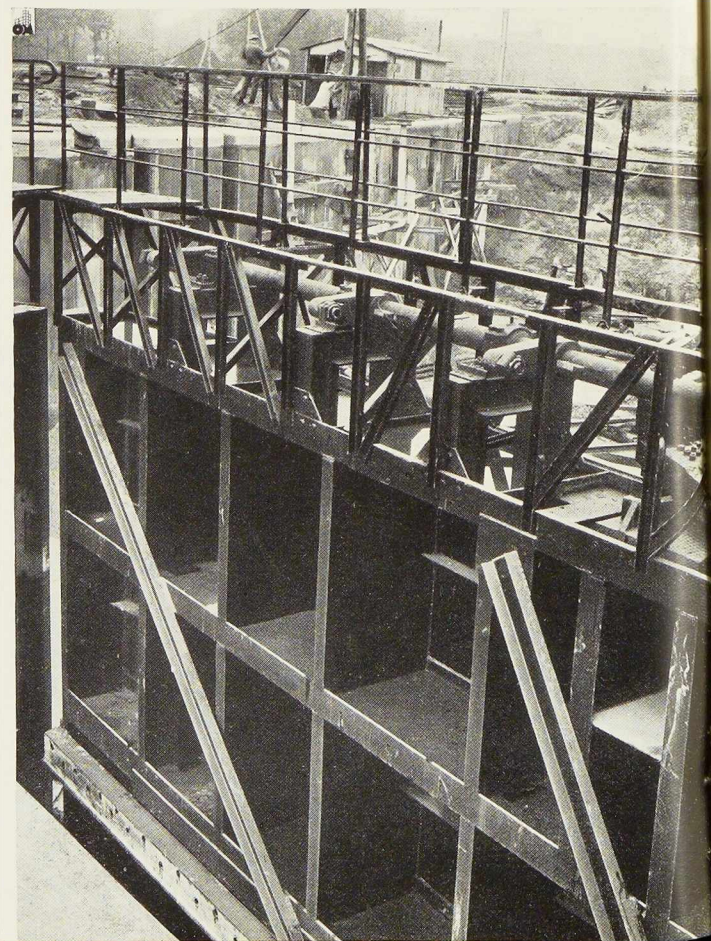
En effet, pour les portes, la pression sur les vannes est exercée toujours de l'amont vers l'aval, tandis que pour le bajoyer central elle s'exerce tantôt dans un sens et tantôt dans l'autre suivant que le sens droit ou gauche se trouve au niveau aval ou au niveau amont.

Les mécanismes de manœuvre sont tous placés en dessous du terre-plein de l'écluse, et l'ensemble de cet ouvrage très important présente de ce fait un cachet tout particulier.

Les portes sont du type busqué.

Porte aval. — Largeur d'un vantail . . .	8 ^m 839
Flèche du busc	3 ^m 000
Hauteur totale	9 ^m 950

La porte est constituée par sept traverses équi-



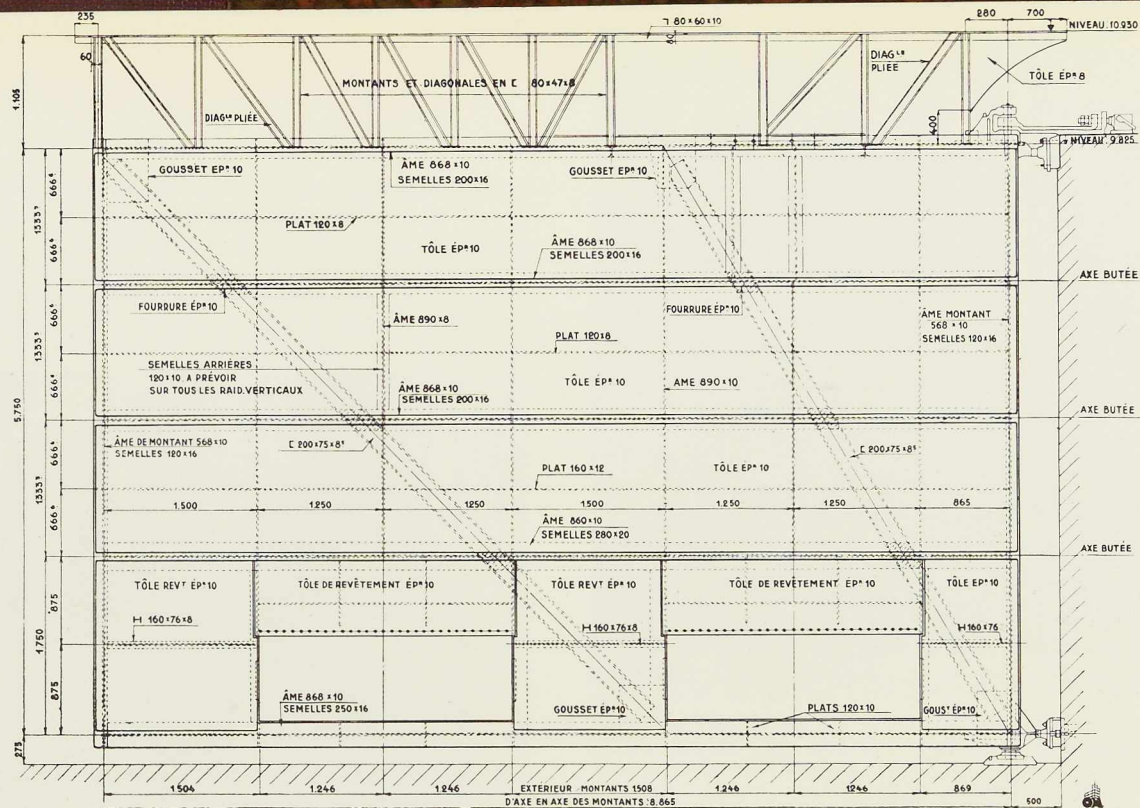


Fig. 394. Un des vantaux amont de l'écluse de Wynegem.

distantes posées sur les deux montants extrêmes. Pour éviter la flexion du montant, les traverses ont des appuis distincts en acier coulé contre le chardonnet. Ces traverses sont composées d'une âme de 890×10 et de semelles soudées, de largeur et épaisseur variable. Le bordage simple en tôle de 10 et 11 mm est assemblé sur les ailes des entretoises par deux cordons de soudure, assurant ainsi une bonne étanchéité (fig. 395). Des montants sont prévus, constitués par une âme de 940×8 et 2 ailes, dont l'une est un plat de 120×8 et l'autre est formée par la tôle de bordage. Les montants extrêmes ont une âme de 568×10 et des semelles de 280×10 . Le bordage est en outre raidi horizontalement par des profilés légers.

Le poids d'un vantail soudé est de 23,5 tonnes ; en rivé il aurait été de 27 ton-

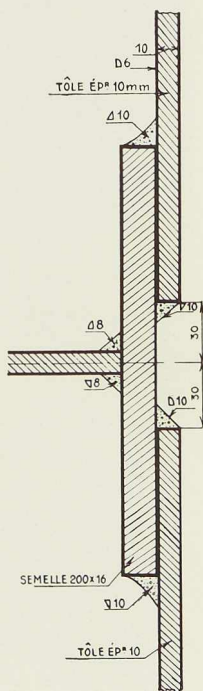


Fig. 395. Assemblage du bordage à une entretoise.

nes : on a donc obtenu un gain d'environ 15 %.

Malgré la grande raideur de l'ensemble, il a été prévu un contreventement en croix de Saint-André.

La porte amont (fig. 394), d'une hauteur théorique de 5^m750 , est d'une constitution semblable à celle de la porte aval. Il y a 4 entretoises ayant une âme de 868×10 ; les montants extrêmes ont une âme de 568×10 avec semelles d'importance variable. Les montants intermédiaires ont une âme de 840×8 ; le bordage est simple en tôle de 10 mm d'épaisseur ; les raidisseurs sont en plats.

Le poids d'un vantail soudé est de 11.100 kgs ; en rivé, il était prévu 14.423 kg : on a donc obtenu un allègement de 23 %.

L'écluse d'Hérenthals

Cet ouvrage est établi sur le canal de jonction du grand bassin de virage du canal Albert à Hérenthals, au canal actuel de la Meuse à l'Escaut. Ce canal de jonction est construit pour des péniches de 600 tonnes.

L'écluse d'une chute de 7^m30 , a un sas de 55 mètres de longueur \times 7^m500 de largeur.

Les bajoyers contiennent inférieurement un large aqueduc longitudinal avec trois centres d'injection vers le sas. Dans sa partie supérieure, le bajoyer contient un petit aqueduc indépendant, servant à l'alimentation du bief aval. Le remplissage est assuré par des vannes cylindri-



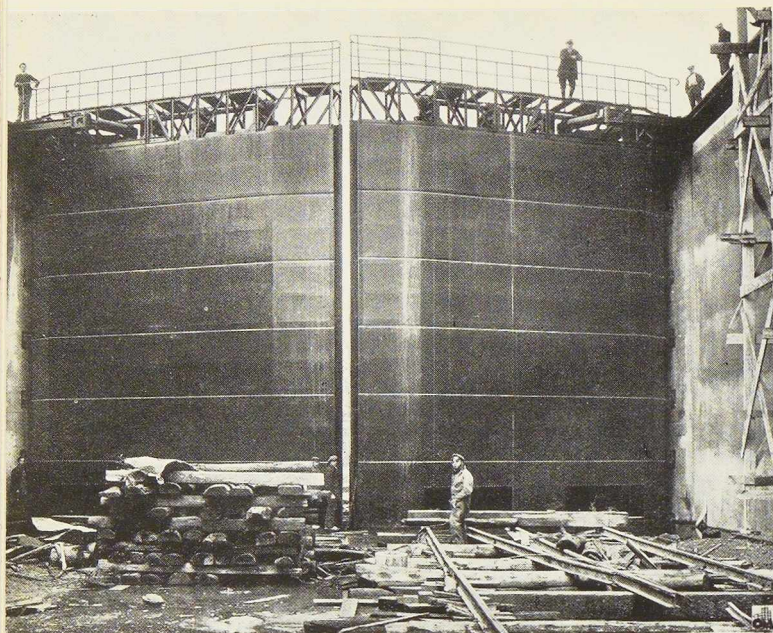
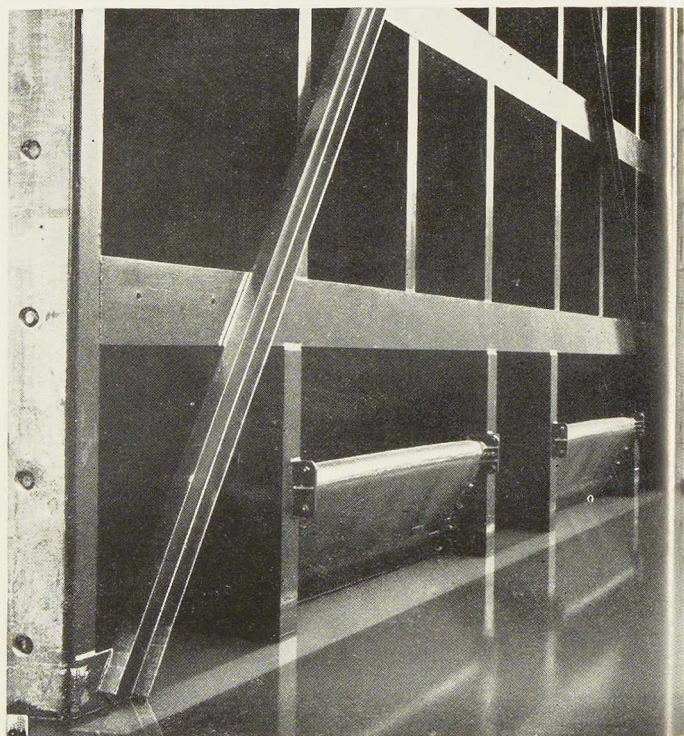


Fig. 396. Porte aval de l'écluse de Wynegem.

Fig. 397. Détail des vannes segments de l'écluse de Wynegem.



ques, toutes à l'amont, et par des vannes-wagons à l'aval.

Les vannes cylindriques ont un grand effet utile, mais leurs dimensions deviennent excessives pour des vannes d'aval d'une écluse à grande chute.

L'écluse est l'œuvre de M. A. Bijls, ingénieur en chef, directeur des Ponts et Chaussées.

Les portes busquées sont du système à aiguille centrale.

Porte aval (fig. 398). — Largeur d'un vantail, 4^m120 ; flèche du busc, 1^m650 ; hauteur totale, 10^m975 ; bordage unique en tôle de 10 mm.

La porte est constituée par trois montants, sur lesquels prennent appui les quatre files de traverse.

Les traverses et les montants sont en profils Grey, de 65 DIN. Les raidisseurs sont en profils

normaux légers et les contreventements en croix de Saint-André sont en U 200 PN.

La porte d'une construction particulièrement robuste et économique pèse 18.412 kg.

La porte amont (fig. 399) a une hauteur de 3^m525 et un bordage unique en tôle de 10 mm. Les montants, traverses sont en profils Grey DIE 45. La constitution est identique à celle de la porte aval. Son poids est de 3.960 kg.

Les vannes cylindriques et les vannes-wagons sont également de construction entièrement soudée.

Les vannes cylindriques sont composées d'un cylindre en tôle de 10 mm, sur la partie inférieure duquel est soudée la soupape en acier forgé venant poser sur un siège en acier coulé scellé dans le béton.

Le cylindre, fortement raidi intérieurement par



des diagonales et traverses en profilés, est guidé dans le puits au moyen de galets.

Les vannes-wagons de forme trapèze sont constituées par des profils Grey avec tôle de bordage unique ; elles roulent sur des chemins de roulement verticaux scellés dans le béton. Elles assurent l'étanchéité en s'appliquant contre des cadres en acier coulé, scellés dans les maçonneries et munis de guides d'usure rapportés. Les mécanismes de manœuvres des portes et des vannes sont électromécaniques du type à crémaillère.

Ecluse de la Nèthe

Cette écluse est l'œuvre de M. Claudot, ingénieur en Chef.

Cet ouvrage, situé sur la petite Nèthe, pour assurer la liaison avec le Canal Albert, est normalement prévu pour des péniches de 600 tonnes ; il peut permettre néanmoins le passage de bateaux de 1.350 tonnes.

L'écluse comporte un sas de 82 mètres environ

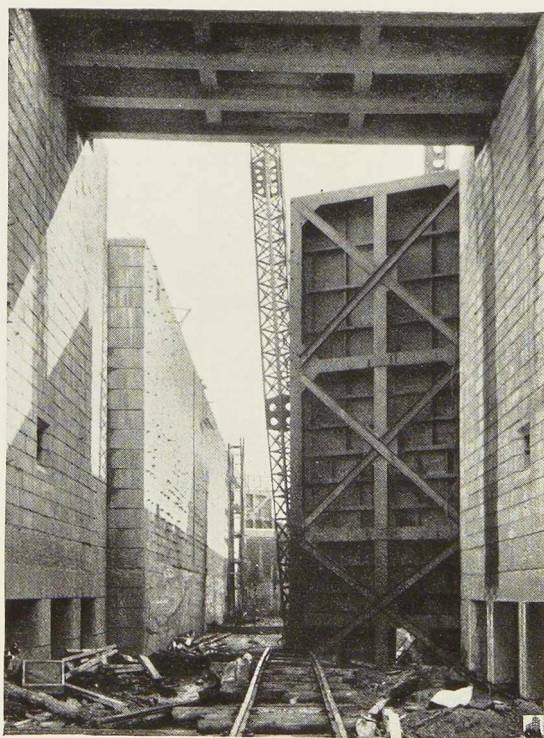


Fig. 398. Montage de la porte aval de l'écluse d'Hérenthals pour bateaux de 600 tonnes.

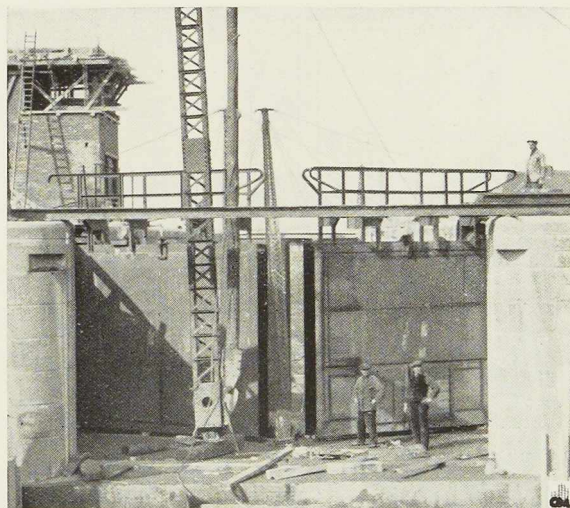


Fig. 399. Vue prise au cours du montage de la porte amont de l'écluse d'Hérenthals pour bateaux de 600 tonnes.

de longueur, 12^m50 de largeur et une chute de 5 mètres.

Comme disposition générale, cette écluse est du type de Wynegem, soit avec vannes segments en acier coulé dans les portes. Les portes sont busquées du type à aiguille centrale comme celles d'Hérenthals. Cependant, leur forme n'est pas aussi simple, l'encombrement des vannes ayant nécessité une épaisseur plus importante à la partie inférieure des portes (fig. 400).

Les principales caractéristiques des portes sont les suivantes :

Porte aval. — Largeur d'un vantail	5 ^m 760
Flèche du busc	1 ^m 900
Hauteur théorique	9 ^m 490

Le bordage est simple en tôle de 10 et 10,5 mm. L'encadrement et le montant central sont en Grey DIL 50. Les traverses, sauf l'intérieur, sont en PN 500, les raidisseurs en PN 120, 200 et 280. Le contreventement en croix de Saint-André est en U de 240 PN. Le poids d'un vantail est de 19.524 kg.

La porte amont : même constitution que la porte aval, d'une hauteur de 5^m365 ; elle pèse 12 tonnes.

Le système d'étanchéité des vannes, adopté à Wynegem, a été complètement modifié à Hérenthals. Les lamelles en acier inoxydable avec secteurs en bronze ont été supprimées et remplacées sur les parois latérales et supérieures par un



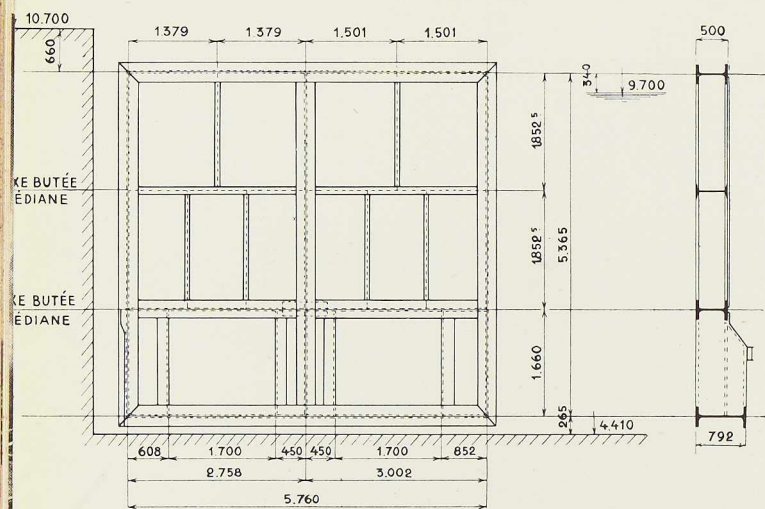


Fig. 400. Vue schématique de la porte aval de l'écluse de la Nèthe.

joint en caoutchouc d'une seule pièce. Pour la partie inférieure, la lamelle en bronze a été maintenue. Le joint en caoutchouc pose sur des guides en acier coulé, fixés sur la porte par l'intermédiaire d'un rondin creux pouvant s'aplatir sous l'action de l'eau, ce qui assure une étanchéité parfaite.

Les mécanismes de manœuvre des portes sont du type dit « Panama ». Les vannes segments sont actionnées de la passerelle des portes par l'intermédiaire d'une tringle et d'un palonnier. Les deux vannes de chaque vantail sont actionnées simultanément. Les mécanismes sont actuellement manœuvrés à la main, mais sont prévus pour l'électrification éventuelle.

A. S.

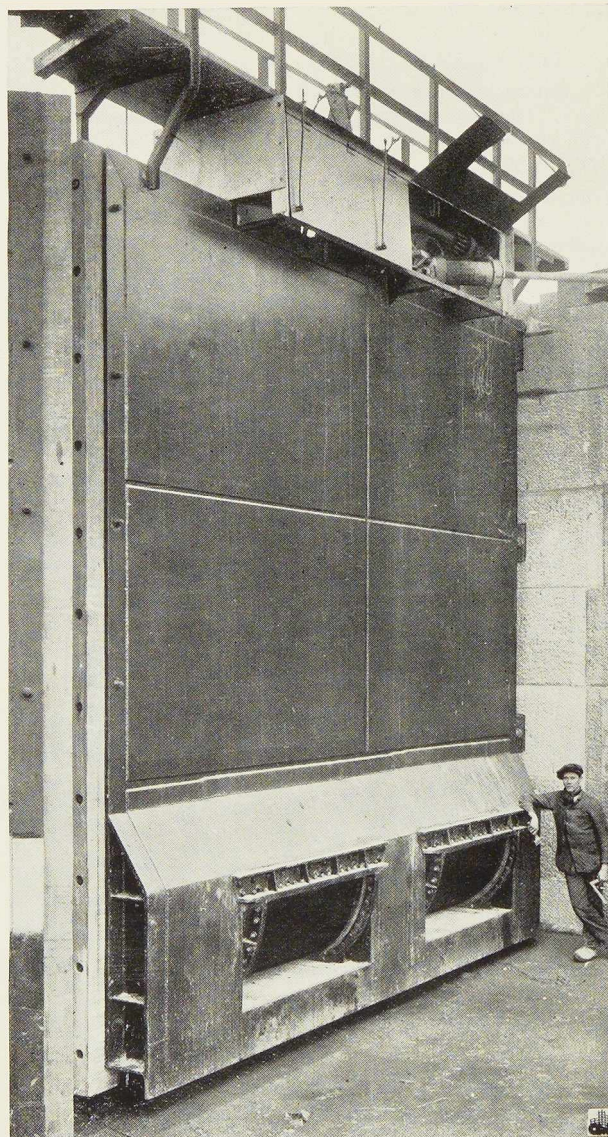


Fig. 401. Détail des vannes et du mécanisme de la porte amont.

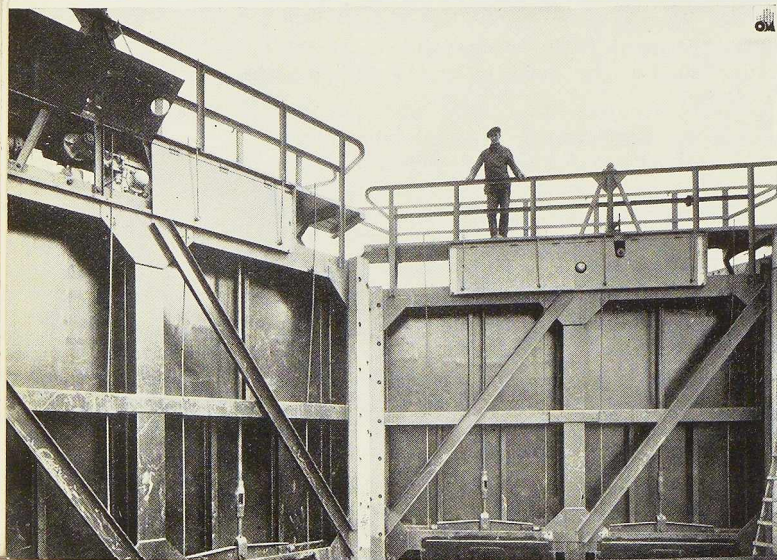


Fig. 402. La porte amont de l'écluse de la Nèthe.

Chariots agricoles en acier

On constate dans différents pays européens, notamment en France et en Allemagne, une évolution rapide dans le matériel de transport agricole. Cette évolution a pour base la recherche d'un meilleur coefficient de traction dans le transport des matières pondéreuses tant sur terres labourées que sur routes de campagne en mauvais pavés, et même sur routes principales en bon état.

Une première amélioration a consisté dans le remplacement des roues en bois à grands rayons et bandages métalliques par des roues en acier à roulements à galets coniques, équipées de bandages pneumatiques à faible pression. M. le professeur G. Bouckaert, Directeur de la Station de Génie Rural de l'Etat à Gembloux, et son assistant, M. Dricot, ont publié les intéressants résultats d'essais effectués par eux sur des chariots à roues ordinaires à bandages métalliques et sur des chariots à roues à pneumatiques ⁽¹⁾.

Les résultats de ces essais, effectués il y a déjà plusieurs années, montrent que, sur route, la réduction du coefficient de traction par tonne brute est sensible dès qu'il s'agit d'un pavé en état médiocre et atteint pour les chemins de terre en mauvais état plus de 50 %. Les essais sur

⁽¹⁾ Comparaison entre les roues à bandages métalliques et les roues à pneumatiques dans les chariots agricoles, par G. BOUCKAERT et C. DRICOT, Bulletin de l'Institut Agronomique et des Stations de Recherches de Gembloux, mai 1934, p. 154.

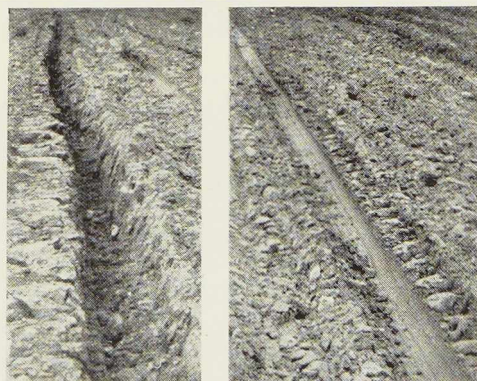


Fig. 403. Ornières creusées par un chariot à roues ordinaires et par un chariot équipé de pneus.

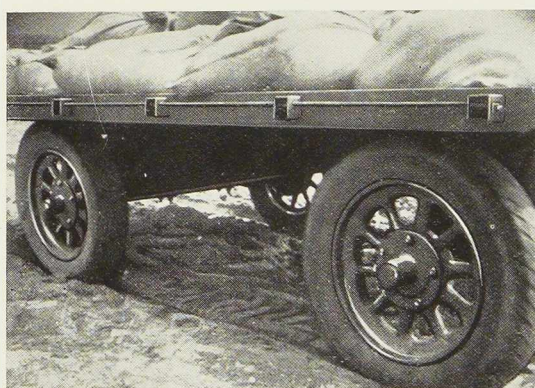
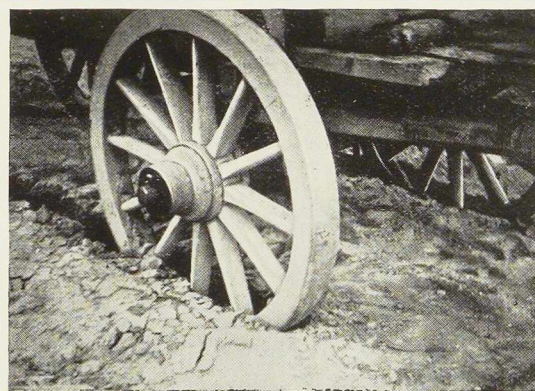


Fig. 404 et 405. Le véhicule ordinaire creuse profondément le terrain alors que le véhicule à pneus ne trace qu'une petite ornière.

champ ont montré que ces réductions variaient entre 31 % et 64 %. Dans leur rapport les auteurs concluaient que l'emploi de pneumatiques permettait de ne pas avoir recours à des attelages de renfort pour amener les charges de la pleine terre sur la route.

L'emploi de pneumatiques a permis notamment d'augmenter sensiblement les charges par essieu grâce aux grandes surfaces d'appui des pneumatiques. Les figures 403, 404 et 405 montrent les sillons produits par des chariots à roues pneumatiques et des chariots à roues en bois et bandages

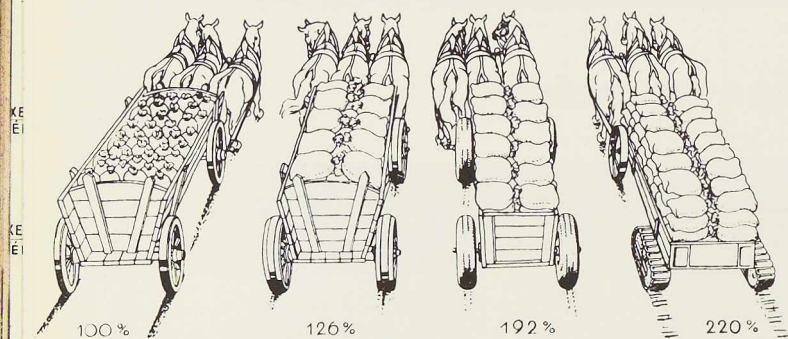


Fig. 406. Croquis explicitant les résultats obtenus en Allemagne sur mauvais sol.



Fig. 407. Type de chariot agricole tout acier construit en Allemagne.

Fig. 408. Type de chariot tout acier de 10 T. remorquant un tombeau de 3 T., construits en Belgique.



métalliques dans les mêmes conditions de charge et de terrain (1).

Les constructeurs ont, par suite, cherché à réaliser des chariots de plus grande capacité sans toutefois augmenter la tare propre. Différentes expositions agricoles récentes, telles notamment la Section agricole de l'Exposition internationale de Bruxelles 1935 et l'Exposition internationale de culture mécanique de Pontoise (septembre 1935), montrent que les constructeurs et les cultivateurs s'orientent vers la construction en profilés et en tôle pour les caisses, les plateformes, etc. Outre l'allègement important du véhicule, on arrive, grâce au faible diamètre des roues, à abaisser sensiblement le niveau de la plateforme, ce qui réduit beaucoup la dépense d'énergie pour le chargement et le déchargement.

Les chariots « tout acier » ont de plus des avantages de maniabilité dus à leur construction rigide et à leurs dispositifs particuliers de direction.

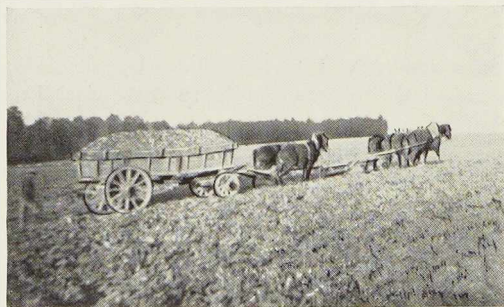
Cependant l'avantage primordial du chariot agricole « tout acier », à roues à pneumatiques montées sur roulements à billes, réside dans l'économie considérable des efforts de traction. La figure 406 explicite les résultats comparatifs obtenus en Allemagne. En France, certains constructeurs estiment que la réduction du coefficient de traction s'établit entre 25 et 50 %, réduction dont l'effet utile est augmenté grâce à la construction de chariots tout acier légers et de grande capacité, dans lesquels le rapport entre la charge utile et le poids mort est sensiblement augmenté (2).

En Belgique, des propriétaires de grandes exploitations agricoles ont effectué dernièrement diffé-

(1) Ces figures nous ont été aimablement communiquées par la BERATUNGSSTELLE FÜR STAHLVERWENDUNG de Düsseldorf.
(2) Voir LE GENIE CIVIL, n° 21, 1935, page 493.

rents essais (fig. 409 à 412). Ces essais pratiques ont porté notamment sur la détermination, dans chaque cas, de la charge utile tirée par cheval. Au cours de ces essais, le véhicule tout acier a toujours été mis en mouvement plus aisément et a été déplacé plus rapidement que le véhicule ancien. A Donstiennes, dans un terrain détrempe après la récolte, 8 chevaux et même 11 chevaux ont été utilisés pour déplacer un chariot ordinaire d'un poids de 2.370 kg, transportant 5.200 kg de charge utile. Sur le même terrain, il a suffi de 5 chevaux pour déplacer un chariot tout acier, pesant 2.100 kg et transportant 7.070 kg de charge utile. Dans le premier cas la charge utile par cheval est inférieure à 500 kg ; dans le second elle est de 1.414 kg.

A Othée, des essais similaires conduisirent à une charge utile de 570 kg par cheval pour un chariot ordinaire de 2.050 kg transportant 3.400 kg, alors que la charge utile par cheval atteignait 1.575 kg pour un chariot tout acier de 2.100 kg chargé de 6.300 kg. Trois jours plus tard, au cours d'un nouvel essai, on atteignit une charge utile par cheval de 1.720 kg.



Les essais effectués à Hollogne-sur-Geer ont porté sur trois types de véhicules et ils ont notamment permis de comparer un chariot ancien, à caisse et longerons en bois, transformé et muni d'essieux à roulements à rouleaux et de pneus avec un chariot tout acier. Malgré l'amélioration due aux nouvelles roues du chariot en bois la charge utile par cheval n'a été que de 1.085 kg contre 1.610 kg pour le chariot tout acier. L'augmentation de la charge utile du chariot tout acier résulte principalement des fortes charges qu'il peut transporter (fig. 411 et 412).

On nota au cours de ces différents essais que le rapport de la charge utile au poids mort était de 2,2 et 1,7 pour un chariot ordinaire, alors que ce rapport atteignait 3 et même 3,3 pour un chariot tout acier.

La faveur croissante dont jouit le chariot agricole tout acier à bandages pneumatiques et roulements à billes est, comme on le voit, basée sur une importante économie d'exploitation.

Ajoutons que le prix d'achat de ce matériel n'est pas supérieur, et est même parfois inférieur, au prix de matériel en bois de type ancien.



Fig. 409. Essai effectué à Gembloux : 4 chevaux déplacent un chariot tout acier pesant 8.720 kg dont 6.480 kg de charge utile.

Fig. 410 à 412. A Hollogne-sur-Geer, six chevaux sont utilisés pour transporter sur un chariot en bois ordinaire 4.650 kg de charge utile. Avec un chariot en bois, monté sur pneus il suffit de 4 chevaux pour transporter approximativement la même charge. Ces quatre mêmes chevaux attelés au chariot tout acier ont transporté 6.450 kg de charge utile.

N° 6 - 1936



L'évolution et l'état actuel de l'acier à haute résistance pour constructions métalliques

par J. Welter

Ingénieur, Chef de Service de l'Acierie,
à la Société des Hauts Fourneaux et Acieries de Differdange, Saint-Ingbert, Rumelange (HADIR)

La question des aciers de construction à haute résistance est d'actualité. En France, leur emploi est généralement prescrit pour les constructions importantes mises en adjudications par les grandes administrations ; en Allemagne, en Angleterre et aux Etats-Unis, leur utilisation s'étend à tous les ouvrages d'art importants ; enfin, dans les grands ouvrages à destination de pays coloniaux, dans les constructions aéronautiques ainsi que pour la construction légère de matériel roulant et dans de nombreuses autres applications, les aciers à haute résistance et les aciers inoxydables voient leurs champs d'application s'étendre tous les jours davantage.

L'**Ossature Métallique** a publié dans son numéro 11-1934, pp. 573 à 586, une étude très documentée de M. l'ingénieur J. Welter sur l'évolution de l'acier à haute résistance. M. Welter a présenté le 19 décembre 1935 devant l'Association belge pour l'Essai des Matériaux, à Bruxelles, une communication sur les perfectionnements apportés dans la technique des aciers à haute résistance, notamment aux Etats-Unis. M. Welter a voulu réserver à l'**Ossature Métallique** la publication de cette étude, qui précise l'état actuel de cette importante question et situe notamment les progrès rapides accomplis depuis la publication de son premier exposé.

O. M.

Généralités

Dans le numéro de novembre 1934 de L'**OSSATURE MÉTALLIQUE**, nous avons présenté une vue d'ensemble sur le domaine des aciers modernes à haute résistance pour constructions métalliques. Nous en avons tracé l'évolution depuis l'acier au carbone de 50 à 60 kg par mm² jusqu'aux aciers à haute limite élastique proprement dits, à basse teneur en carbone contenant des éléments d'alliage spéciaux. L'influence spécifique des divers éléments d'alliage et leurs concentrations les plus favorables sur les propriétés des aciers ont été discutées, ceci en vue d'aboutir à une classification systématique des aciers à haute limite élastique. D'un autre côté, les questions relatives à la corrosion par les agents atmosphériques et à la soudabilité, facteurs importants, ont été précisées. Finalement, les principaux problèmes se posant quant à la fabrication de ces aciers, soit au Thomas, soit au Martin, ont été examinés.

Depuis lors, en Europe, la gamme des diverses nuances d'aciers à haute limite élastique, introduites en pratique, n'a pas subi de changements essentiels. Il semble bien, au contraire, qu'un

certain arrêt soit intervenu dans leur évolution. On peut entrevoir une tendance marquée à l'unification.

Par contre, aux Etats-Unis d'Amérique, les aciers à haute limite élastique ont pris récemment un essor étonnant. De nouvelles idées ont présidé à leur développement ; de nouveaux éléments d'alliage ont été introduits, et, de plus, ces aciers ont trouvé d'emblée un champ d'application bien plus généralisé qu'en Europe. En complément à notre première étude précitée, nous nous proposons dans la présente note de passer rapidement en revue les divers aspects de cette évolution et de signaler les nouveautés parues.

I. Aciers à haute résistance européens

Rappelons que les aciers à haute résistance sont appelés également : « aciers à haute limite élastique », ou bien : « aciers semi-spéciaux pour constructions métalliques ». D'un autre côté, certaines des nuances font partie d'un groupe dit « aciers semi-inoxydables », quoique cette terminologie doive prêter à confusion. En effet, ces aciers n'ont rien de commun avec les aciers inoxydables proprement dits à haute teneur de chrome

N° 6 - 1936



et nickel ; ils présentent simplement, par rapport à l'acier ordinaire, une résistance accrue aux agents corrosifs atmosphériques.

D'une façon générale, il s'agit d'aciers semi-spéciaux « de composition », ne nécessitant ni mode de fabrication spécial, ni traitement thermique particulier. Ce sont des aciers de grande production, à basses teneurs en alliages, parmi lesquels il faut citer en principe : le manganèse, le silicium, le cuivre, le chrome, le molybdène, et plus récemment le phosphore. Tous ces éléments entrent en solution solide à la température ambiante, durcissent donc non seulement la perlite, mais également la masse ferritique. Ils n'introduisent pas de constituant nouveau dans l'acier, et la plupart, tels que le manganèse, le chrome et le molybdène, ont la propriété d'affiner sensiblement le grain.

Répondant aux desiderata des constructeurs, ces aciers sont venus compléter depuis quelques années la gamme des aciers doux ordinaires. Nous avons dit *compléter* et non *remplacer*. En effet, ils sont indiqués particulièrement pour les ouvrages où le rapport entre la surcharge utile et le poids mort deviendrait défavorable, et permettent ainsi de résoudre des problèmes constructifs dont la solution serait impossible avec un acier doux ordinaire. De plus en plus ils consti-

tuent également le matériau indiqué partout où l'on s'inspire du principe de la « construction allégée », comme par exemple dans le matériel roulant de chemins de fer.

Les aciers à haute résistance ont été introduits et mis au point originairement en Europe, principalement en Allemagne et en France. Depuis lors, des spécifications officielles pour leur fourniture ont été élaborées par les administrations des principaux pays.

En FRANCE, comme suite aux travaux du Comité de Direction de l'Office Technique pour l'Utilisation de l'Acier, ces spécifications ont été réunies dans une « Annexe au cahier des charges général du 22 octobre 1913, pour les travaux dépendant de l'Administration des Ponts et Chaussées », annexe publiée à la date du 7 février 1933. Il est prévu un acier, appelé acier Ac.54, qui est défini par une résistance à la traction de 54 à 64 kg par mm², par une limite élastique de 36 kg par mm² au moins, et par un allongement de rupture de 20 % en long et de 18 % en travers, ce dernier chiffre pour des tôles ou des pièces travaillant dans les deux sens. Le taux de fatigue admissible est de 1800 kg par mm².

En ALLEMAGNE, les diverses nuances d'aciers à haute résistance sont comprises dans une catégo-

TABLEAU I
ACIERS À HAUTE RÉSISTANCE EUROPÉENS

Désignation	Pays et usines	Composition					
		C	Mn	Si	Cu	Cr	Mo
Acier au silicium	Allemagne 1925 . . (Usines sarroises)	0,12 — 0,20	0,7 — 0,9	0,8 — 1,2	0,0 — 0,40	—	—
Acier au cuivre-manganèse	Allemagne 1928 (Krupp)	0,12 — 0,20	1,2 — 1,6	0,3 — 0,6	0,3 — 0,6	—	—
Acier au cuivre-manganèse-silicium	Allemagne 1928 . . (Mitteldeutsch. Stahlw. Riesa)	0,15 — 0,20	0,6 — 1,0	0,5 — 0,8	0,5 — 1,0	—	—
Acier au chrome-cuivre . .	Allemagne 1928 . . (Vereinigte Stahlwerke)	0,12 — 0,20	0,7 — 0,9	0,2 — 0,5	0,5 — 0,8	0,4 — 0,6	—
Acier au chrome-cuivre . .	France 1931 (la plupart des usines) Belgique	0,12 — 0,20	0,7 — 1,0	0,1 — 0,4	0,4 — 0,6	0,3 — 0,5	—
Acier au chrome-cuivre . .	Angleterre 1933 . . (Dorman Long & Co)	0,30 max.	0,7 — 1,0	0,1 — 0,30	0,25 — 0,50	0,7 — 1,1	—
Acier au cuivre-molybdène	Allemagne 1928 (Gutehoff- nungshütte)	0,10 — 0,20	1,0 — 1,5	0,1 — 0,5	> 0,35	—	0,1 — 0,25
Acier au cuivre-chrome-molybdène	France	0,10 — 0,20	0,30	0,15 — 0,40	0,4 — 0,6	0,2 — 0,5	0,07 — 0,10



rie commune dite : « aciers pour constructions St.52 ». Leurs propriétés sont réglementées par les « Spécifications provisoires des chemins de fer allemands pour la fourniture d'ouvrages en acier pour constructions St.52 », datées du 29 juin 1929. Ces prescriptions prévoient une résistance à la traction de 52 à 62 kg par mm², pouvant aller jusqu'à 64 kg par mm² pour les profils dépassant 18 mm d'épaisseur. La limite élastique prescrite est de 36 kg par mm² au minimum, pouvant se réduire à 35 kg par mm² pour les épaisseurs au delà de 18 mm. L'allongement doit être égal à 20 % en long sur une éprouvette proportionnelle. Le taux de fatigue admissible peut être de 50 % plus élevé que celui admis pour l'acier ordinaire.

EN ANGLETERRE, l'édition en date du mois de mai 1934 de la *British Standard Specification for High Tensile Structural Steel* prescrit une résistance de 58,2 à 67,7 kg par mm², une limite élastique variant de 36,2 à 30 kg par mm², suivant les sections, et un allongement de 18 % au minimum.

Dans le Tableau I ci-dessus nous reproduisons une liste des principaux aciers à haute résistance introduits dans divers pays et qui tous correspondent aux spécifications, soit de la catégorie Ac.54, soit de l'acier St. 52. (Nous ne prétendons pas que cette liste soit complète.)

Résumons encore une fois les principes qui ont conduit au développement de ces aciers spéciaux. Deux caractéristiques sont communes à tous les aciers à haute résistance et méritent d'être considérées comme étant obligatoires :

1° Une teneur en carbone relativement basse, généralement limitée à 0,20 % au maximum, ceci pour les raisons que le carbone comme élément d'alliage n'augmente pas suffisamment la limite élastique ; qu'il diminue rapidement l'allongement et la ductilité ; qu'il peut provoquer de la fragilité par les phénomènes de trempe ; qu'il entrave la soudabilité ;

2° Une certaine teneur en cuivre, au minimum de 0,25 % et pouvant aller au delà de 0,6 %. Le cuivre augmente la limite élastique, principalement au delà de 0,4 %. De plus, il réduit la corrosion atmosphérique, ce qui est particulièrement important dans les ouvrages calculés au plus juste en acier à haute résistance. L'addition de cuivre a encore d'autres avantages sur lesquels nous aurons à revenir.

Abstraction faite des aciers au molybdène, on peut distinguer parmi les nuances du Tableau I deux groupes principaux d'aciers, qui ont été retenus comme étant les plus intéressants :

1° L'acier au cuivre-manganèse, à moyenne teneur en silicium, titrant environ C = 0,12 à 0,20 % ; Mn = 1,0 à 1,6 % ; Si = 0,20 à 0,80 % ; Cu = 0,30 à 0,80%. Ce groupe d'acier est principalement répandu en Allemagne ;

2° Les aciers au chrome-cuivre, titrant environ : C = 0,12 à 0,20 % ; Cr = 0,4 à 0,6 % ; Cu = 0,4 à 0,6 % ; Mn = 0,7 à 1,0 % ; Si = 0,10 à 0,30 %. Ce groupe est introduit en Allemagne et en Angleterre. En France, il est pratiquement le représentant unique de la catégorie des aciers Ac.54.

L'acier contenant du molybdène est utilisé aussi bien en Allemagne qu'en France. On le préconise entre autres quand on veut obtenir, en même temps qu'une haute limite élastique, une soudabilité extra bonne.

Signalons que nous avons donné notre préférence à la nuance au chrome-cuivre, principalement quand il s'agit d'aciéries produisant l'acier par le procédé Thomas. La ductilité de l'acier au chrome-cuivre est en moyenne un peu supérieure à celle de l'acier au manganèse-cuivre ; les fourchettes de résistance sont plus faciles à obtenir parce que le chrome durcit un peu moins que le manganèse ; finalement on attribue au chrome des avantages particuliers dans l'acier Thomas, sur lesquels nous aurons encore à revenir.

La régularité des propriétés mécaniques, respectivement la précision d'obtention des fourchettes de résistance et de limite élastique, définies par les nuances St.52 et Ac.54, telles qu'elles sont réalisables en fabrication courante sont, à titre d'exemple, illustrées par le graphique fig. 413. Ce graphique représente les courbes de fréquence

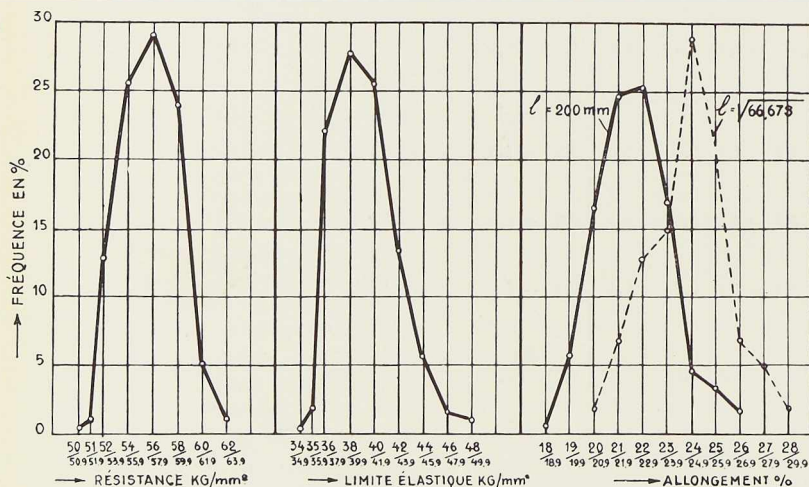


Fig. 413. Graphiques montrant la régularité des résultats d'essais.



des résultats d'essais de traction observés lors des essais de réception normaux sur une centaine de charges d'acier Thomas au chrome-cuivre laminé en poutrelles à larges ailes.

Il se trouve que pour la résistance à la traction, la fréquence maximum est située entre 54 et 59,9 kg par mm², tandis que pour la limite élastique la fréquence maximum est située dans le groupe allant de 36 à 41,9 kg par mm². La courbe des allongements sur 200 mm de longueur ne présente qu'une proportion insignifiante d'éprouvettes ne donnant que 19 à 19,9 %, tandis que la majeure partie des essais fait ressortir des allongements de 21 à 23,9 %. Sur éprouvettes suivant formule $L = \sqrt{66,67 S}$, la plus grande partie des essais présente des allongements de 23 à 25,9 %.

En résumé, l'évolution a marqué dans les pays européens un certain temps d'arrêt et s'est stabilisée à un nombre restreint de nuances ayant donné satisfaction en pratique. De ces nuances, celle au chrome-cuivre est une des plus intéressantes et, sans contredit, la plus répandue.

II. Les aciers à haute résistance en Amérique

Les premiers aciers à haute limite élastique proprement dits ont paru aux Etats-Unis vers 1931, donc nettement plus tard qu'en Europe. Mais depuis lors, les Américains ont rapidement rattrapé ce retard et ont imposé aux aciers à haute résistance une nouvelle impulsion, aussi bien dans le domaine de la création de nouvelles nuances que dans le domaine de leur utilisation.

Composition des aciers à haute résistance américains

On retrouve aux Etats-Unis d'abord la plupart des aciers du genre St.52 et Ac.54, avec des modifications plus ou moins essentielles. Mais en outre, de nouvelles nuances ont été imaginées et introduites en pratique, qui s'écartent sensiblement de celles déjà signalées. Deux tendances nouvelles marquent en particulier l'évolution de l'acier à haute résistance en Amérique :

1° L'utilisation assez fréquente du nickel comme élément d'alliage, en combinaison avec de fortes teneurs en cuivre. Les raisons qui ont conduit à l'emploi du nickel comme élément d'alliage dans un acier à haute limite élastique sont nouvelles, en ce sens qu'aux faibles teneurs en question (0,5 à 2 %), le nickel agit relativement peu sur la limite élastique, mais sa présence permet de relever au-delà des chiffres habituels la teneur en cuivre. C'est le cuivre qui est le « por-

teur » de la limite élastique élevée. L'intérêt du nickel ressort des considérations suivantes (15)(1). L'acier contenant plus de 0,6 % de cuivre, limite de solubilité de cet élément dans le fer, peut devenir fragile au rouge pendant le chauffage des lingots, parce que le fer est oxydé de préférence par les fumées oxydantes. Le cuivre non-oxydé s'enrichit à la surface externe et, comme il est liquide à la température de 1183°, il s'infiltre entre les limites des cristaux qu'il désagrège. Le nickel forme avec le cuivre une suite ininterrompue de cristaux mixtes à point de fusion d'autant plus élevé que la teneur en nickel est plus élevée. En pratique, une teneur en nickel égale à celle du cuivre suffit à augmenter le point de fusion du cristal mixte, de manière à supprimer la fissuration au rouge des aciers au cuivre, même de ceux dépassant 1 % de cuivre ;

2° L'introduction systématique du phosphore comme élément d'alliage. Nous reviendrons plus loin sur cette question.

Dans le Tableau II ci-après, nous avons réuni quelques aciers américains introduits sur le marché. Comme on le voit, la plupart des grandes aciéries américaines sont représentées, chacune avec des aciers de compositions différentes. Le tableau III donne une idée des caractéristiques mécaniques des divers aciers.

Nous trouvons d'abord un premier groupe de 5 aciers (n^{os} 1 à 5 du tableau II) qui correspondent à peu de chose près à des aciers genre St.52 connus en Europe.

L'acier « Cromansil » est, en principe, une combinaison de chrome, de silicium et de manganèse, avec teneur facultative en cuivre.

L'acier « Sil-Ten » de la *United States Steel Corporation* correspond bien à l'acier au silicium européen, de même que les aciers « Man-Ten », fournis par la même société, et « Jal-Ten » représentent l'acier au manganèse. L'acier « Man High-Ten » de la *Granite City Co* relève du groupe des aciers au chrome-cuivre-manganèse. L'acier « Centralloy » est un acier au cuivre-chrome, mais contenant facultativement de faibles teneurs en nickel.

Viennent ensuite quelques aciers au nickel (n^{os} 6 à 8 du tableau II). L'acier « Yolo » au nickel-cuivre de la *Youngstown Sheet and Tube Co* et l'acier « R.D.S. » au nickel-cuivre-molybdène de la *Republic Steel Co.* en sont des représentants caractéristiques. Remarquons que l'addition de nickel est généralement accompagnée d'une teneur élevée en cuivre, teneur dépassant la

(1) Les nombres entre parenthèses sont relatifs aux références bibliographiques citées à la fin de la présente note.



TABLEAU II
QUELQUES ACIERS À HAUTE RÉSISTANCE DES ÉTATS-UNIS

N°	Désignation	Aciéries	Composition							
			C	Mn	Si	Cu	Cr	Mo	Ni	P
1	Cromansil	Electro-Metallurgical Co.	0,10 - 0,15	1,00 - 1,40	0,60 - 0,90	0,01 - 0,50	0,40 - 0,60	—	—	—
2	Man-Ten	U. S. Steel Corp.	0,20 - 0,35	1,20 - 1,70	0,10 - 0,30	0,01 - 0,25	—	0,0 - 0,4	—	—
3	Sil-Ten	U. S. Steel Corp.	0,20 - 0,40	0,40 - 0,80	0,20 min.	0,01 - 0,25	—	—	—	—
4	Jal-Ten	Jones & Laughlin Steel Corp.	0,35 max.	1,25 - 1,75	0,30 max.	0,40 min.	—	—	—	—
5	Man High-Ten	Granite City Co.	0,14 - 0,30	0,90 - 1,60	0,15 - 0,20	0,25 - 0,30	0,15	—	—	—
6	Centralloy	Central Steel Co.	0,10 - 0,30	0,60 - 0,90	0,50 max.	0,40 - 0,60	0,25 max.	—	0,00 - 0,25	—
7	Yoloy	Youngstown, Sheet & Tube Co.	0,08 - 0,22	—	—	1,0	—	—	2,0	—
8	R. D. S. — 1	Republic Steel Co.	0,12	0,70 - 1,00	—	0,50 - 1,50	—	0,20 max.	0,40 - 0,80	—
9	A. W. 70/90 B	Alan Wood Steel Co.	0,25 max.	0,75 max.	0,25 max.	0,30 - 0,50	0,25 max.	—	0,25 max.	0,08 - 0,10
10	Hi-Steel	Inland Steel Co.	0,10	0,50 - 0,70	0,15 - 0,30	0,9 - 1,25	—	—	0,45 - 0,65	0,12 - 0,15
11	Armco H. T. 50	Amer. Rolling Mill Co.	0,12	0,50	—	0,30 - 0,80	—	0,15 - 0,20	0,30 - 0,80	0,05 - 0,15
12	Cor-Ten	U. S. Steel Corp.	0,10	0,10 - 0,30	0,5 - 1,0	0,30 - 0,50	0,50 - 1,50	—	—	0,10 - 0,20

TABLEAU III
CARACTÉRISTIQUES DES ACIERS AMÉRICAINS

N°	Désignation de l'acier	E kg/mm ²	R kg/mm ²	Allongement sur 50 mm %
1	Cromansil	37,2 — 43,6	50,0 — 64,0	20 — 30 (sur 200 mm)
2	Man-Ten	38,6 env.	63,3 env.	20
3	Sil-Ten.	31,6 env.	63,3 env.	18
4	Jal-Ten	35,1 env.	45,7 min.	25
5	Man High-Ten.	49,2 env.	66,2 env.	19
6	Centralloy	35,1 — 42,2	45,7 — 52,7	20 — 25
7	Yoloy	40,7 — 45,7	50,0 — 57,6	24 — 28
8	R. D. S. — 1.	42,2 env.	52,0 — 63,3	25
9	A. W. 70/90 B.	35,1 — 49,2	45,7 — 66,8	20 — 25
10	Hi-Steel	38,7 min.	49,2 min.	22 (sur 200 mm)
11	Armco H. T. 50	36,5 env.	49,2 env.	25 — 28
12	Cor-Ten	35,1 — 42,2	45,7 — 52,7	22 — 27

limite de solubilité du cuivre dans le fer pur à la température normale. Comme nous l'avons déjà dit, le cuivre est l'élément essentiel destiné à augmenter la limite élastique et la résistance. Le rôle du nickel est d'améliorer la ductilité et principalement de supprimer la tendance à la fissuration superficielle, engendrée par le cuivre quand les concentrations dépassent 0,6 %. L'acier

« R.D.S. » se distingue également par une légère teneur en molybdène. On attribue à cet élément, en dehors de son effet favorable sur la finesse du grain, la ductilité et la soudabilité, la faculté de faciliter la mise en solution du cuivre dans la ferrite, même pour des teneurs supérieures à 0,5 %.

Le dernier groupe des aciers du tableau II



(nos 9 à 12) représente des aciers contenant une teneur caractéristique en phosphore, accompagnant des teneurs variables en cuivre, chrome, silicium et plus rarement en nickel. Parmi ces aciers au phosphore, citons : l'acier « A.W. 70-90 » au cuivre-phosphore, avec faible teneur en chrome, l'acier « Hi-Steel » au cuivre-nickel-phosphore, l'acier « Armco H.T.50 » au cuivre molybdène-nickel-phosphore, l'acier « Cor-Ten » au cuivre-chrome-silicium-phosphore. L'acier Cor-Ten, fabriqué par la *United States Steel Corporation* est le premier et le plus caractéristique. Remarquons que la teneur en chrome dépasse également la moyenne utilisée en Europe, s'élevant à 0,5 à 1,5 %, tandis que la teneur en phosphore varie de 0,1 à 0,2 %. Nous voyons donc que le phosphore a été introduit sciemment comme élément d'alliage dans des aciers fabriqués au Martin, par au moins quatre des aciéries les plus importantes des Etats-Unis. Ces faits nous obligent à étudier de plus près l'effet du phosphore dans un acier à basse teneur en carbone, en nous inspirant des recherches récentes.

Rôle du phosphore dans l'acier

Les raisons qui ont conduit à utiliser sciemment le phosphore comme élément d'alliage se basent sur deux propriétés qui s'énoncent comme suit :

a) Le phosphore augmente sensiblement la limite élastique des aciers à basse teneur en carbone. Ce fait est universellement connu ;

b) Le phosphore est le seul élément qui améliore encore, en présence de cuivre, d'une façon supplémentaire, la résistance à la corrosion atmosphérique des aciers au cuivre.

L'étude de l'influence du phosphore sur les aciers à basse teneur en carbone a été reprise dans les dernières années d'une façon systématique, en particulier en Allemagne et aux Etats-Unis, où des études d'ensemble ont été publiées (31) (32) (34).

Nous reproduisons ci-après, en bref résumé, les points de vue essentiels qui se dégagent de ces études au sujet de la valeur du phosphore comme élément d'alliage :

1. Des teneurs appréciables en carbone et en phosphore sont mutuellement incompatibles. Dans un acier à haute teneur en phosphore, la teneur en carbone doit rester faible, au risque d'avoir, à coup sûr, des aciers à faible résistance au choc ;

2. Dans les aciers à basse teneur en carbone, une augmentation de la teneur en phosphore entre certaines limites, qui peuvent aller dans

quelques cas jusqu'à 0,30 %, augmente la dureté, la résistance, la limite élastique, ainsi que le rapport E/R (rapport de la limite élastique à la résistance à la rupture). La diminution de la ductilité, telle qu'elle est révélée par l'essai de pliage, est faible ;

3. La résistance à la corrosion atmosphérique des aciers au cuivre est sensiblement augmentée par une certaine teneur en phosphore. C'est le seul élément qui est susceptible, à côté du cuivre, d'influencer la corrosion atmosphérique. Il a d'ailleurs été reconnu depuis longtemps, par des essais naturels de longue durée, qu'en moyenne l'acier Thomas au cuivre se comporte mieux que l'acier Martin au cuivre, ce qui est attribué à l'action du phosphore, généralement en plus grand pourcentage dans le Thomas que dans le Martin. De même, la meilleure résistance à la corrosion de l'acier puddlé est expliquée par les teneurs appréciables en phosphore de cet acier.

Le graphique ci-après (fig. 414), publié par K. Daevés (25) est assez significatif. On voit que la perte de poids par corrosion atmosphérique diminue rapidement avec la teneur en cuivre. Mais, pour les aciers Thomas à teneur en phosphore d'environ 0,08 %, cette diminution est bien plus prononcée que pour les aciers Martin pauvres en phosphore. Si l'on admet qu'en moyenne une tôle d'acier au cuivre mettra 2 à 3 fois plus de temps pour être détruite qu'une tôle en acier ordinaire, on constate qu'un acier au cuivre-phosphore mettra 4 à 5 fois autant de temps avant d'atteindre le même degré de destruction.

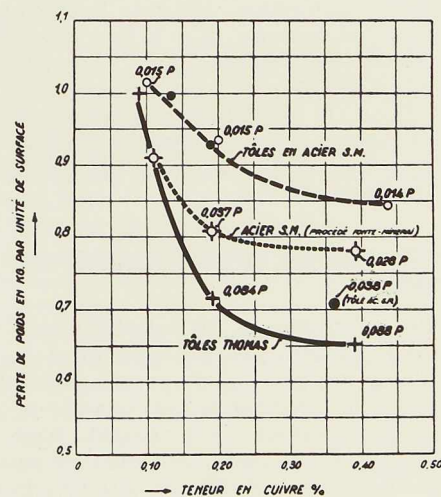


Fig. 414.



4. *Fragilité au choc.* — Il existe une concentration critique en phosphore à partir de laquelle apparaît la fragilité au choc à la température ambiante. Mais cette teneur critique dépend des concentrations en carbone et de bien d'autres éléments présents dans l'acier. Le carbone et, d'une façon moins prononcée, le silicium, déplacent la teneur critique vers les basses concentrations en phosphore, c'est-à-dire augmentent la tendance à la fragilité, tandis que le cuivre et le chrome relèvent la concentration critique en phosphore.

La cause de la fragilité au choc réside dans la propriété du phosphore de faire grossir outre mesure le grain à partir d'une certaine teneur. Un acier à grain fin, même contenant du phosphore, est aussi insensible au choc qu'un acier sans phosphore. La faible résistance au choc des aciers au phosphore peut donc être supprimée par les moyens usuels évitant le grossissement du grain. Parmi ces méthodes, citons l'introduction d'éléments ayant tendance à affiner le grain, comme le chrome et le molybdène. Un moyen caractéristique d'affiner le grain consiste à additionner à la charge, pendant la coulée, une certaine proportion d'aluminium. La propriété de l'aluminium, nettement établie, de produire un grain fin n'est pas encore très expliquée, mais elle semble être en relation avec les fines inclusions d'alumine, qui agissent comme noyaux de cristallisation.

5. La faible vitesse de diffusion du phosphore augmente la tendance de celui-ci à la ségrégation. Il y a lieu d'en tenir compte à l'élaboration des aciers au phosphore, qui doivent être calmés à l'aide d'éléments qui diminuent d'une façon générale la ségrégation, tels que le silicium, le cuivre ou l'aluminium. Il y a lieu d'éviter soigneusement les éléments qui augmentent la ségrégation, tel que le carbone.

En résumé, le phosphore est considéré de plus en plus comme étant un élément d'alliage intéressant dans un acier à haute limite élastique pour constructions.

III. Utilisation des aciers à haute limite élastique

Tandis qu'en Europe, les aciers du type St.52 et Ac.54 ont été utilisés principalement en gros profils pour des ouvrages de grande portée, où il y avait intérêt à réduire le plus possible le poids propre, les Américains ont étendu bien vite l'utilisation de ces aciers également au matériel roulant de chemins de fer, confirmant de cette façon leur foi, non seulement dans les proprié-

tés de résistance et de limite élastique de ces aciers, mais également dans leurs qualités de résistance aux vibrations et chocs alternés. L'emploi d'aciers à haute limite élastique et à faible taux de corrosion est d'ailleurs particulièrement intéressant dans le matériel roulant, car, pour un poids déterminé, les wagons peuvent transporter d'autant plus de charge utile qu'ils sont plus légers.

En particulier les aciers au phosphore, tel par exemple l'acier Cor-Ten, ont subi leur épreuve pratique, puisqu'un grand nombre de wagons de chemins de fer en Cor-Ten ont déjà été mis en service aux Etats-Unis. A titre d'exemple, comparons les caractéristiques de wagons-talbots à déchargement automatique de 60 tonnes de capacité; construits en acier Cor-Ten et en acier ordinaire (20), (26).

	Wagons en acier Cor-Ten	Wagons en acier ordinaire
Charge utile	67 tonnes	62 tonnes
Poids de la caisse . .	10,8 t.	14,0 t.
Poids du châssis . . .	7,0 t.	7,9 t.
Poids total	17,0 t.	22,2 t.
Charge maximum sur la voie	84,5 t.	84,5 t.
Rapport de la charge utile à la charge max- imum sur la voie . .	79,4 %	73,3 %

Des wagons auto-déchargeurs de grande capacité en acier au chrome-cuivre ont été construits également en France. Il est à prévoir qu'à l'avenir des tonnages de plus en plus élevés de ces aciers seront employés dans la construction du matériel roulant de chemins de fer et de tramways (27), (33).

Conclusions

Nous avons tenu à exposer les tendances actuelles américaines dans le domaine des aciers à haute limite élastique, sans prendre parti pour ou contre certaines particularités. Au terme de notre exposé, essayons d'en dégager brièvement les enseignements applicables à la pratique de nos régions.

En Europe, nous trouvons deux groupes d'aciers à basse teneur en carbone mais à haute limite élastique, qui sont livrés par la plupart des aciéries, savoir : 1° l'acier au cuivre-manganèse, à teneur moyenne en silicium, qui est répandu principalement en Allemagne ; 2° l'acier au chrome-cuivre, qui est répandu aussi bien en Allemagne que dans les autres pays d'Europe. En France, il représente le principal type d'acier à haute limite élastique existant sur le marché.

Par contre, en Amérique, la mise au point de



ces aciers, bien plus récente, est encore à l'heure actuelle, en pleine évolution, et chaque jour fait naître de nouvelles combinaisons. Deux tendances sont tout de même à retenir :

a) L'introduction d'une teneur en nickel de 0,5 à 2 % accompagnant de fortes teneurs en cuivre. Cette pratique est déjà à exclure dans nos régions pour des raisons de prix de revient, ceci d'autant plus que le nickel agit moins comme élément augmentant la limite élastique que comme moyen d'éviter la fissuration superficielle au rouge des aciers contenant une proportion exagérée de cuivre. La corrosion atmosphérique diminue peu si la teneur en cuivre dépasse 0,5 %, de sorte qu'il n'y a pas de raison essentielle à dépasser cette dernière concentration :

b) L'introduction systématique du phosphore comme élément d'alliage en vue d'augmenter la limite élastique et la résistance à la corrosion atmosphérique, généralement en combinaison avec les éléments cuivre, chrome, et quelquefois nickel ou molybdène. Au moins quatre aciéries américaines des plus importantes ont introduit des aciers à 0,10 à 0,20 % de phosphore, destinés à être laminés aussi bien en profilés lourds pour ouvrages de grandes portées qu'en petits profilés et tôles pour matériel roulant.

Quelles conclusions tirer de cette pratique ? Si même il était établi qu'en présence de certains autres éléments d'alliage, une teneur en phosphore ne présente pas les inconvénients qu'on lui attribuait autrefois, nous ne voyons pas d'intérêt pratique à en préconiser l'addition massive dans nos aciers. En effet, il est inutile d'augmenter outre mesure la limite élastique par rapport à la résistance. De toute façon, les aciers à haute limite élastique introduits par la plupart des aciéries européennes donnent à tel point satisfaction, qu'il n'y a pas lieu d'en modifier la composition par l'introduction d'un élément sinon douteux, du moins mal vu.

Néanmoins, un renseignement précieux est à retenir : l'emploi du phosphore comme élément d'alliage, comme le montre également K. Daeyes, est un exemple curieux de l'évolution de la notion « pureté » des aciers. Il est ainsi prouvé que le degré de pureté d'un métal n'est pas toujours une mesure de sa valeur pratique. Il y a là un argument pour ne pas nous montrer trop sévères dans la délimitation des teneurs en phosphore, spécialement quand il s'agit d'acier au chrome-cuivre destiné à être produit par le procédé Thomas, qui contient une teneur naturelle en phosphore de 0,05 à 0,10 %.

Ceci nous amène à parler des *modes de fabrication*. Comme le procédé Thomas est de loin le

mode de fabrication le plus courant dans nos régions, il est évident que l'acier à haute limite élastique, étant un acier de grande production, devra également être fabriqué au Thomas. L'expérience a montré d'ailleurs qu'en respectant certains principes lors de la fabrication, et en prenant les soins nécessaires, l'acier produit au Thomas répond aux exigences les plus justifiées de qualité et de régularité. En raison de l'action favorable du chrome sur la finesse du grain et sur la résistance au choc, la nuance au chrome-cuivre est particulièrement indiquée pour être fabriquée au Thomas. Pour ces raisons, nous n'hésitons pas à considérer l'acier au chrome-cuivre comme étant l'acier « Thomas type » à haute limite élastique pour constructions métalliques.

Une autre propriété des plus intéressantes est la résistance à la *corrosion atmosphérique*.

En résumé, on peut dire que les aciers contenant du cuivre, quel qu'en soit le mode de fabrication, se comportent pratiquement de la même façon dans les conditions atmosphériques naturelles. Aussi, dans la plupart des pays, entre autres l'Allemagne, il n'existe pas d'essai spécial de réception en ce qui concerne la résistance à la corrosion. En France, on pratique un essai de corrosion accéléré dans une solution d'acide sulfurique dilué. Ces essais ont retenu l'attention de beaucoup d'expérimentateurs, et, en résumé, on peut dire qu'un essai accéléré à l'acide ne donne que des indications très approximatives sur le comportement probable de l'acier dans les conditions atmosphériques naturelles. Au contraire, il semble même que l'essai à l'acide conduise à une classification qualitative des aciers assez divergente de celle que montrerait un essai de longue durée dans des conditions de corrosion naturelles (36). Il se trouve ainsi que de tels essais accélérés peuvent être dangereux, parce qu'ils conduisent à développer des aciers donnant de faibles taux de corrosion dans une solution d'acide, et se comportant moins bien dans l'atmosphère.

Un exemple frappant de cet état de choses est l'acier Thomas au cuivre, qui contenant du phosphore, donne des taux de corrosion légèrement plus élevés dans l'acide, et se comporte mieux dans la nature qu'un acier Martin pauvre en phosphore. Par contre la mise au point d'aciers à l'aide de l'essai accéléré à l'acide est indiquée dans les cas où l'acier est destiné à être utilisé dans des conditions lui faisant subir une attaque par des acides minéraux dilués, par exemple dans les réservoirs à mazout.

J. W.

N° 6 - 1936



Bibliographie

Les ouvrages nos 1 à 17 se rapportent particulièrement à l'exposé paru dans l'OSSATURE MÉTALLIQUE en novembre 1934, les nos 19 à 36 au présent article (1).

- *1. SCHULZ, E. H., *Zur Fortentwicklung des hochwertigen Baustahls*. (Le développement de l'acier à haute résistance pour constructions métalliques.) *Stahl u. Eisen*, vol. 48 (1928), p. 849-853.
- *2. WALLMANN, C. et KOPPENBERG, H., *Herstellung und Eigenschaften des Silizium Baustahls*. (La fabrication et les propriétés de l'acier au silicium pour constructions métalliques.) *St. u. E.* (1928), pp. 817-822.
3. JONES, J. A., *Manganese-Silicon Structural Steels*. (Les aciers pour constructions métalliques au Manganèse-Silicium.) *Iron and Steel Inst.*, vol. 120 (1929).
4. SCHULZ, E. H. et BUCHHOLTZ, H., *Hochwertige Baustähle für den Grossstahlbau*. (Aciers à haute résistance pour grosses constructions.) *Ver. Deutsch. Ing.*, vol. 73 (1929), pp. 1573-1580.
5. GUILLET, L., *Quelques progrès importants dans les propriétés et les traitements des Alliages Métalliques*. *Rev. de Mét. Mém.*, vol. 27 (1930), pp. 449-466.
6. BUCHHOLTZ, H. et KOSTER, W., *Ueber die Anlasshärtung kupferlegierten Stahles*. (Le durcissement par revenu des aciers au cuivre.) *St. u. E.*, vol. 50 (1930), pp. 687-695 et 997-999.
7. NEHL, F., *Ueber die mechanischen Eigenschaften kupferlegierter Stähle*. (Les propriétés mécaniques des aciers au cuivre.) *St. u. E.*, vol. 50 (1930), pp. 678-686.
8. JONES, J. A., *Chromium-Copper Structural Steels*. (Aciers de constructions au chrome-cuivre.) *Iron and Steel Inst.*, vol. 121 (1930), pp. 209-224.
9. TAMURA, *Quelques propriétés des aciers de constructions au silicium*. *Rev. de Mét.* (1931), mém., pp. 405-410.
- *10. ANONYME, *L'Acier au Cuivre — Molybdène*. *Cuivre et Laiton*, vol. 5 (1932), pp. 477-482.
- *11. BUCHHOLTZ, H. et SCHULTZ, E. H., *Zur Frage der Dauerfestigkeit des hochwertigen Baustahls St.52*. (La durabilité de l'acier à haute résistance St.52.) *St. u. E.*, vol. 51 (1931), pp. 957-961.
12. KOPPENBERG, H., *Die Entwicklung des Baustahls St.52*. (L'évolution de l'acier pour constructions St.52.) *Ver. Deutsch. Ing.*, vol. 76 (1932), pp. 1077-1082.
13. LEWIS, K. G., *The Properties of Some Copper-bearing Steels*. (Les propriétés de quelques aciers au cuivre.) *Iron and Steel Inst.*, Carnegie Scholarship Mem., vol. 21 (1932), pp. 87-110.
- *14. NEHL, F., *Les aciers au Cuivre dans la Construction des Chaudières*. *Cuivre et Laiton*, vol. 5 (1932), pp. 473-476.
- *15. NEHL, F., *Die Rotbruchigkeit kupferhaltiger Stähle und ihre Vermeidung*. (La fragilité au rouge des aciers au cuivre et moyens de l'éviter.) *St. u. E.*, vol. 53 (1933), pp. 773-779.
- *16. GREGG, J. L. et DANLOFF, B. N., *The Alloys of Iron and Copper*. (Les alliages de fer et de cuivre.) Livre 1934, Mc. Graw-Hill Book Company, London & New-York.
- *17. SCHULZ, E. H. et BUCHHOLTZ, H., *Durabilität et Soudure de l'acier à haute résistance*. *Assoc. Intern. des Ponts et Charpentes*, 1 vol., 1932, mémoires, pp. 447, Paris.
- *18. WELTER, J., *L'évolution de l'acier à haute résistance pour constructions métalliques*. *Ossature Métallique* (1934), no 11, pp. 573-586.
19. KINZEL, A. B., *A low alloy steel for large tonnage applications*. (Un acier semi-spécial de grosse production — l'acier Cromansil.) *Iron Age*, vol. 128 (1931), no 27, pp. 1686-1688.
20. SCHRAMM, G. N., TAYLORSON, E. S. et STRIEBIG, A. F., *New Alloy Steels and Their Application to Car Equipment*. (Nouveaux aciers faiblement alliés et leur application au matériel roulant.) *Iron Age*, vol. 134 (1934), no 23, pp. 33-38.
- *21. ANONYME, *Aciers semi-spéciaux et semi-inoxydables*. *Usine*, numéro spécial, mai 1934, pp. 32-36.
22. COONE, EDWIN, F., *Low-Alloy High-Tensile Steels*. (Les aciers à haute limite élastique à faible teneur en alliages spéciaux.) *Steel*, vol. 95 (1934), no 13, pp. 41-44.
- *23. WHETZEL, J.C., *Modern Steels and Weight Reduction*. (Aciers semi-spéciaux modernes et la réduction du poids des constructions.) *Iron Age*, vol. 135 (1935), no 22, pp. 33-43.
24. ANONYME, *Les aciers de fabrication française; Aciers semi-inoxydables*. *Métaux et Machines* (1935), pp. 247-251.
25. DAEVES, K., *Die Weiterentwicklung witterungsbeständiger Stähle*. (Le développement des aciers résistant aux agents atmosphériques.) *Arch. Eisenhüttenwes.*, 9 (1935-1936), no 1, pp. 37-40.
- *26. ANONYME, *Light-Weight Railroad Equipment completed or ordered in 1935*. (Liste du matériel roulant de chemins de fer construit en 1935 avec des alliages légers ou des aciers à haute limite élastique, principalement en acier Cor-Ten.) *Iron Age*, vol. 137, no 1, pp. 139 et 56-57.
- *27. RIGOLE, G., *L'allègement des véhicules de chemins de Fer et de Tramways*. *Rev. Univers. de Mines*, nov. 1935, pp. 477-487.
- *28. DUQUÉNOY, M., *Expériences sur la soudure bout à bout de tôles d'acier, entre autres en acier Ac.54*. *Génie Civil* 106 (1935), pp. 513-515.
29. MAURER, E. et HEINE, H., *Festigkeitseigenschaften und Korrosionsverhalten von Hochbaustählen*. (Propriétés mécaniques et résistance à la corrosion d'aciers à haute résistance pour constructions métalliques.) *Arch. Eisenhüttenwes.* 9 (1935-1936), pp. 347-357.
- *30. WILLIAMS, C.E., *High Strength Low Alloy Steels*. (Divers aciers à haute résistance, faiblement alliés.) *Iron Age*, vol. 137 (1936), no 3, pp. 22-23.
31. GILLET, H.W., *Phosphorus as an Alloying Element in Steel, a correlated abstract*. (Aperçu Général sur l'utilisation du phosphore comme élément d'addition dans l'acier.) *Metals and Alloys*, vol. 6 (1935), no 10, pp. 280-283, et no 11, pp. 407-410.
32. *Textes de Brevets traitant du phosphore comme élément d'addition dans les aciers à haute limite élastique*: Br. Français: no 708 971 (1931), 720 035 (1931) et 728 648 (1932). Br. Anglais: no 370 064 (1932), 373 640 (1932) et 365 538 (1932). Br. U.S.: 1 979 015 (1934), 2 006 304 (1935).
- *33. DECORPS, J., *Les aciers au cuivre dans la construction*. — *Métaux*, vol. 10 (1935), no 124, pp. 354-357.
34. LORIG, C.H. et KRAUSE, D.E., *Phosphorus as an Alloying Element in low carbon, low alloy steels, an experimental study*. (Essais expérimentaux sur la valeur du phosphore comme élément d'addition dans les aciers faiblement alliés et à basse teneur en carbone.) *Metals and Alloys*, vol. 7 (1936), no 1, pp. 9-13, no 2, pp. 51-56, no 3, pp. 69-73.
- *35. GILLET, H.W., *Trends in the Metallurgy of Low-Alloy, High Strength Structural Steels*. (Les tendances dans la métallurgie des aciers pour constructions à haute limite élastique, faiblement alliés.) *Iron Age*, vol. 137, (1936), no 9, pp. 40-43.
- *36. DAEVES, K. et FR. EISENSTECKEN, *Säurelöslichkeit und Rostungsverhalten von unlegierten Baustählen*. (Relations entre la solubilité dans les acides et la résistance à la corrosion atmosphérique des aciers pour constructions.) *St. u. E.*, 56 (1936), pp. 417-418.

(1) Les études marquées d'une astérisque (*) se trouvent à la bibliothèque du Centre belgo-luxembourgeois d'Information de l'Acier où elles peuvent être consultées.

A PARAÎTRE DANS LES PROCHAINS NUMÉROS DE L'OSSATURE MÉTALLIQUE :

La nouvelle Maternité de Luxembourg. — Les hangars d'aviation du Ministère de l'Air français. Les automotrices triples de la S. N. C. F. B. — Le remplacement du bois par l'acier en Hongrie. Les conduites d'eau et de gaz en acier. — Le grand séminaire de Malines. Ponts soudés en Belgique.



CHRONIQUE

Le marché de l'Acier pendant le mois d'avril 1936

Physionomie générale

La note dominante du marché est le calme dans tous les compartiments. La situation politique continue à agir d'une façon défavorable sur les acheteurs étrangers : à l'intérieur, la clientèle s'est largement couverte ces mois derniers et, par suite, se tient sur la réserve.

Il convient de noter, d'autre part, que l'exercice 1935-1936 de l'E.L.A. doit être clôturé fin juin et que le bureau répartiteur exerce une étroite surveillance sur l'exécution des tonnages-programmes, de façon à niveler pour cette date les avances et les retards des différents groupes. En aciers marchands, les groupes belges et allemands voient leurs attributions actuelles réduites au profit du groupe français et du groupe luxembourgeois.

Malgré ce ralentissement des transactions, un certain optimisme prévaut du fait que les usines ont des carnets encore garnis et que les besoins semblent importants et devront bien se traduire sous peu en ordres.

Le marché extérieur

L'incertitude politique internationale en Europe et en Extrême-Orient est cause du ralentissement des affaires à l'exportation. En Extrême-Orient, cependant, la cessation du dumping japonais a amélioré la situation. De fortes demandes en demi-produits ont été enregistrées en provenance du Japon. On a noté des ordres assez importants de la part des Etats-Unis, de l'Argentine et de la Chine du Sud. L'Angleterre a rentré des spécifications à valoir sur le nouveau contingent accordé pour deux mois à partir du 7 avril.

A la fin du mois, on a constaté une amélioration vers l'Extrême-Orient, le Brésil et l'Argentine ; les pays nordiques, et notamment la Suède, ont demandé des tôles pour navires ; l'U.R.S.S. a fait des demandes en tôles et en larges plats.

Le marché intérieur

Le marché intérieur a été relativement calme. Les réalisations de Cosibel se sont élevés, en avril, à 112.000 tonnes, dont 77.000 tonnes en

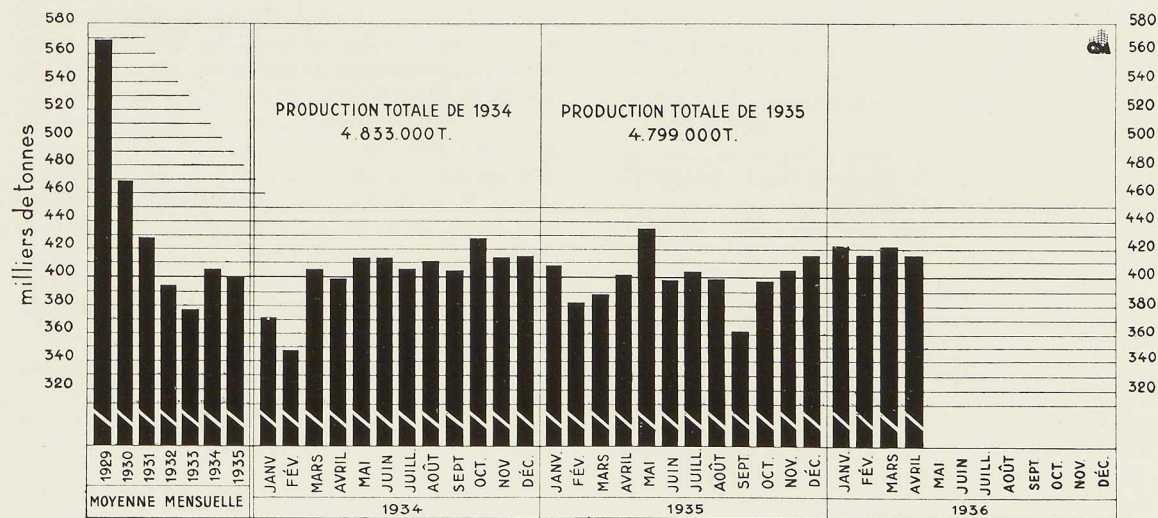


Fig. 415. Production mensuelle des aciéries belges et luxembourgeoises.



Sauvegardez l'avenir

produits finis: 47 % de ce tonnage est destiné à l'intérieur.

Malgré la faiblesse de ce tonnage, les usines conservent cependant des carnets bien garnis qui leur assurent du travail pour 4 à 6 semaines, et l'on prévoit d'ici là la reprise saisonnière habituelle.

Les licences d'exportation sont appliquées depuis le 9 avril 1935. COSIBEL a poursuivi ses négociations avec les cinq transformateurs non affiliés; l'accord n'a pas encore été réalisé; les transformateurs demanderaient un tonnage de 23.000 tonnes, dont 85 % destinés à l'exportation, alors que COSIBEL propose un tonnage de 21.000 tonnes, dont 70 % pour l'exportation.

Demi-produits

L'Angleterre a été sur le marché pour les demi-produits; sa demande s'est augmentée dans le courant du mois et l'on prévoit des besoins importants en mai et juin. D'autre part le Japon et les Indes anglaises ont fait quelques achats. Ce compartiment a été relativement actif.

Produits finis

L'Angleterre a effectué des achats en barres et profilés. La demande intérieure a été faible et n'a marqué une activité relative qu'en profilés. Dans le courant du mois, le marché s'est quelque peu affermi. Le compartiment des aciers marchands est très calme en Belgique à cause de l'avance du groupe belge dans ce compartiment.

Malgré une certaine reprise dans le bâtiment, la demande en profilés ne suit pas immédiatement.

Les expéditions de l'Entente Internationale des Feuillards et Bandes à Tubes se sont élevées, en avril, à environ 16.000 tonnes.

Tôles

Au début du mois, le marché des tôles a été peu satisfaisant tant en tôles Siemens-Martin qu'en tôles moyennes et fortes Thomas. La demande a été également très faible en tôles fines. Seules les tôles galvanisées ont fait preuve d'une certaine activité. Cette situation s'est améliorée dans le courant du mois et les tôles pour navires ont notamment été demandées par les pays nordiques, l'Angleterre et la Hollande. On a constaté également une certaine demande en tôles Thomas.

Construisez en acier!

En fils et grillages la situation est calme à l'intérieur et à l'extérieur. A la fin du mois on a constaté une amélioration sensible vers l'Extrême-Orient.

Production sidérurgique belgo-luxembourgeoise

La production du mois d'avril 1936 s'est élevée à 416.121 tonnes, dont 263.345 tonnes pour la Belgique et 152.776 tonnes pour le Luxembourg. En avril 1935, cette production atteignait 402.263 tonnes.

La production pour les quatre premiers mois de 1936 est de 1.676.930 tonnes, contre 1.580.918 tonnes en 1935.

L'évolution des marchés de consommation de l'acier

L'industrie sidérurgique, dite *industrie lourde*, produit des tonnages de plus en plus importants de produits légers de grande consommation. Ce fait est mis en lumière par les statistiques américaines (1) qui montrent que de 1900 à 1934 la place occupée par les rails dans la production des aciéries américaines est tombée de 23 % à 5 %; par contre, pendant la même période, le tonnage des tôles et feuillards passe de 6 1/2 % à 27 % de la production totale. Cette évolution s'est encore fortement accentuée en 1935: le tonnage de produits légers (tôles, feuillards, fils et fer blanc) est passé de 42,9 % en 1934 à 45,6 % en 1935. 80 % de ces produits légers sont employés dans la construction automobile, les boîtes à conserves et emballages métalliques, le mobilier, les armoires frigorifiques, les machines agricoles, etc.

Les usines fabriquant les produits légers en acier ont travaillé en 1935 à 59 % de leur capacité de production (contre 43 % en 1934); par contre la production des aciers lourds n'a atteint que 25 % de la capacité des usines, en progrès de 4 % par rapport à 1934.

Nouveaux hangars d'aviation du Ministère de l'Air français

M. Aimond, Ingénieur des Ponts et Chaussées, chef du Service des Etudes et de la Signalisation au Ministère de l'Air français, a fait le 6 février 1936, à l'Amicale des Ingénieurs et Dessi-

(1) Voir dans L'OSSATURE MÉTALLIQUE, n° 7-8, 1935, p. 434, le tableau extrait du Bulletin *Steel Facts* montrant l'évolution de divers marchés de consommation d'acier aux Etats-Unis. De nouveaux éléments statistiques ont été publiés dans le n° 12, d'avril 1936, de *Steel Facts*.



Maximum de sécurité

nateurs en Constructions Métalliques, à Paris, une conférence intitulée : « Nouveauté dans les constructions des hangars métalliques. »

Le conférencier exposa que la doctrine actuelle du Ministère de l'Air semble condamner les infrastructures rigides en béton pour s'orienter vers des dispositifs souples et démontables, réalisant les vastes surfaces couvertes nécessitées par les emplois tactiques. Ces deux conditions, apparemment contradictoires, sont conciliées par l'emploi des aciers à haute résistance.

Le projet classé premier dans un récent concours pour la construction de 27 hangars militaires est d'un type nouveau, inspiré des idées de M. Aimond sur les couvertures en parabolôïde hyperbolique, idées dont le principe fut exposé déjà dans LE GÉNIE CIVIL du 25 février 1933.

Les couvertures des hangars nouveaux sont constituées de telle sorte qu'elles ne transmettent sur les pièces essentielles de la charpente, que les efforts extérieurs qui les sollicitent.

Les hangars sont essentiellement composés de 6 arcs de 70 mètres de portée et 7^m60 de flèche avec tirants et suspentes formant un ensemble articulé sur les poteaux d'appui. Ces arcs et leurs poteaux sont espacés de 11 mètres d'axe en axe. La longueur de la construction est de 66 mètres.

Les tirants des deux premiers arcs extrêmes, côté pignon, sont reliés entre eux par un système triangulé, formant ainsi une poutre au vent horizontale de 11 mètres de hauteur.

La couverture est composée d'une série de bandes de tôle de 14/10 de mm, d'une largeur de 2^m50, boulonnées entre elles et épousant le contour des formes en arc, sur lesquelles elles sont également boulonnées. Ces tôles sont, en quelque sorte, posées comme une toile sur une ossature, sans aucune tension autre que celle due à leur poids propre, et accusent dans leur sens longitudinal une courbure hyperbolique d'une flèche de 1 mètre. La surface engendrée est un hyperbolôïde de révolution, c'est-à-dire une surface à courbures opposées, admettant deux systèmes de génératrices rectilignes. Les efforts développés dans la toiture sont alors nécessairement des efforts de traction, quel que soit le système de charges appliquées.

En terminant, M. Aimond a montré que ces hangars, à la construction desquels sept constructeurs différents ont pris part, ont été montés avec une grande rapidité, malgré de grosses difficultés matérielles indépendantes du système.

Minimum d'encombrement

M. Guyon, auteur avec M. Mesnager de ce projet pour les Ateliers de Jeumont, estime que la conception actuelle peut être améliorée en donnant un écartement plus grand entre les arcs. Il préconise des écartements de 30 mètres et la suppression des pannelettes sous les tôles de couverture. L'économie de poids au mètre carré de surface couverte serait considérable par rapport aux hangars de type courant. Enfin, il prévoit la suppression du système délicat, poteaux et contrefiches, en faisant partir l'arc du niveau du sol.

D'après une note de L. Gaultron dans L'USINE, 7 mai 1936, p. 39.

Etudes des formes rationnelles des constructions soudées

Sur avis favorable du Bureau des relations *Science-Industrie*, le FONDS NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE vient d'accorder son patronage à une recherche consacrée à la détermination des formes rationnelles des constructions faisant appel à la soudure comme moyen d'assemblage. Cette recherche, qui sera effectuée dans les Laboratoires de l'Université de Bruxelles et de la Faculté Polytechnique de Mons, se justifie par le développement qu'a pris la soudure dans le domaine de la construction.

Il n'est pas inutile de souligner que la Belgique a joué, dans ce domaine, un rôle de tout premier plan. Les nombreux ponts soudés construits ou en cours de construction, notamment pour le canal Albert, en témoignent.

Publications de l'A.B.S. — Standardisation des tuyauteries

Raccords filetés en fonte malléable

L'Association Belge de Standardisation met à l'enquête publique son projet n° 72 : « Standardisation des tuyauteries — Raccords filetés en fonte malléable. »

Ce projet constitue un nouveau résultat des travaux entrepris par la Commission des tuyauteries. Il a été élaboré sur la base des conclusions de l'étude faite par le Sous-Comité 5b de l'Association Internationale de Standardisation.

L'étude internationale se limite aux raccords à bourrelets. Mais la Commission a estimé qu'il serait conforme à la pratique belge de standardiser, à côté de ceux-ci, les raccords sans bourrelet utilisés pour les canalisations de gaz ou

N° 6 - 1936



Sauvegardez l'avenir Construisez en acier!

pour les canalisations d'eau sous faible pression et à température ordinaire.

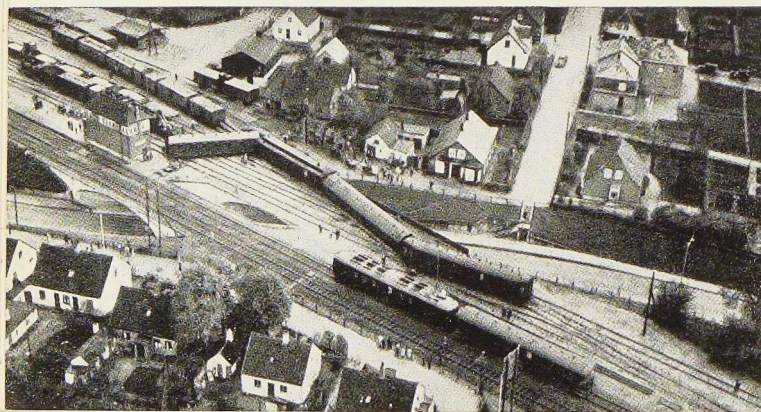
Elle a donc établi des tableaux de dimensions à la fois pour les raccords du type à bourrelets et les raccords sans bourrelet et elle a fixé les conditions de réception et d'emploi de chacun d'eux.

Le projet n° 72 peut être obtenu au prix de 5 francs l'exemplaire moyennant paiement au crédit du compte postal n° 218.55 de l'Association Belge de Standardisation à Bruxelles. Afin d'éviter tout retard dans l'expédition, les souscripteurs sont priés d'indiquer leur adresse complète sur le talon du bulletin de versement ou du mandat de virement, ainsi que la mention : « Projet n° 72 ».

Toutes les observations et remarques auxquelles les propositions de la Commission technique donneraient lieu seront reçues avec empressement au Secrétariat de l'ABS, 33, rue Ducale, à Bruxelles, jusqu'au 30 juin 1936.

La résistance des voitures métalliques de chemins de fer

A Hedehusene, à 32 km de Copenhague, s'est produit le 15 mai un accident de chemin de fer qui eût été une véritable catastrophe si le matériel n'avait été du type le plus robuste. A cet endroit les voies franchissent une route sur deux ponts parallèles (fig. 400). Les deux voies principales de la station (voies inférieures de la figure) étaient hors de service. Les trains devaient franchir la station, à allure réduite, par la première voie de la gare de marchandise (la troisième sur la figure). Un train rapide, négligeant l'ordre de ralentissement, arriva dans la gare à une vitesse de 90 km à l'heure. La locomotive, le wagon-poste (que l'on voit sur la troisième voie en haut à gauche) et le bogie de tête de la première voiture franchirent normalement l'aiguillage d'entrée situé en bas et à droite de la figure, tandis que le bogie arrière de la première voiture s'engageait sur la dernière voie de la gare plaçant finalement cette voiture dans la position qu'elle occupe sur la figure, ses deux bogies se trouvant



sur deux voies différentes séparées par deux autres voies. Grâce à la solidité des crochets d'attelage d'un type tout récent, aucune des voitures ne put se renverser et l'on évita ainsi la chute du convoi sur la chaussée inférieure. D'autre part ces voitures métalliques d'un modèle récent subirent le choc très violent, étant donné la vitesse de 90 km, sans télescopage ni rupture. Seuls leur châssis et leurs bogies furent abîmés. Sur les 162 voyageurs, 4 seulement furent légèrement blessés.

(D'après *Railway Gazette* du 22 mai 1936.)

Adjudication du nouveau Musée d'Histoire Naturelle à Bruxelles

L'Administration des Ponts et Chaussées vient d'adjuger les travaux de gros œuvre des nouveaux bâtiments destinés aux services scientifiques du Musée royal d'Histoire naturelle à Bruxelles. La firme René Gillion, qui a été déclarée adjudicataire de ces importants travaux pour un montant de 27.206.539 francs, a confié à la Société Anonyme de Construction et des Ateliers de Willebroeck, l'exécution des 7.200 tonnes d'ossature métallique et des 2.000 tonnes d'armatures des fondations.

L'architecte des travaux est M. L. De Vestel à Boitsfort, assisté pour les ouvrages techniques du bâtiment par le Docteur-Ingénieur L. Vandeperre, Professeur à l'Université de Bruxelles. Les plans d'exécution des ossatures et armatures métalliques ont été dressés par les ingénieurs-conseils C. et P. Molitor.

Le Pavillon de la Belgique à l'Exposition Internationale de Paris 1937

Le Commissariat général du Gouvernement belge près l'Exposition Internationale de Paris 1937 — Art et Technique dans la Vie Moderne — vient d'adjuger les travaux de construction du pavillon de la Belgique aux Entreprises Blaton-Aubert, S. A., à Bruxelles. Cette construction comporte plus de 800 tonnes d'ossature métallique dont l'exécution et le montage ont été confiés à la Société des Ateliers de Construction de Jambes-Namur.

Fig. 416. Accident survenu le 15 mai 1936 à Hedehusene près de Copenhague.

Ouvrages récemment parus

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

Cours de stabilité des constructions (Tome IV)

par A. VIERENDEEL

Un volume de 392 pages de 21 × 27 cm + 11 planches, illustré de 310 figures. Cinquième édition. Editeurs Ch. Uitspruyt, Louvain et Dunod, Paris 1935.

Le tome IV du cours de stabilité des constructions de M. A. Vierendeel, professeur à l'Université de Louvain, est particulièrement intéressant, car il renferme le calcul des poutres Vierendeel. On connaît, en effet, le succès remporté, surtout au cours de ces dernières années, par les ponts Vierendeel en Belgique et dans de très nombreux pays étrangers. Le cours de stabilité de M. Vierendeel allie de façon très heureuse la théorie et la pratique et comporte de nombreux exemples chiffrés d'applications.

Le tome IV est divisé en sept livres, ayant pour titres :

I. Pièces courbes et polygonales (avec entre autres le calcul d'une ossature gratte-ciel).

II. Poutres Vierendeel (généralités, calcul, théorie générale, poutres à brides parallèles et non parallèles, marche détaillée pour le calcul d'une poutre Vierendeel).

III. Fermes arquées Vierendeel (avec ponts suspendus rigides en tôle rivée).

IV. Pont suspendu rigide sur câble de suspension.

V. Calculs simplifiés.

VI. La poutre Vierendeel et la soudure.

VII. Bibliographie de la poutre Vierendeel.

L'aviation française

Un ouvrage de 376 pages de 31 × 24 cm avec de nombreuses figures dans le texte, édité par « Science et Industrie », Paris 1936. — Prix : 60 francs français.

Cette remarquable édition de « Science et Industrie » contient tout ce qui peut intéresser le technicien sur l'aviation française. Les cinquante études publiées touchant aux différentes questions relatives à l'aviation ont été chacune traitées

par un spécialiste qualifié. L'ouvrage a, en effet, été réalisé avec la collaboration étroite des quatre grandes directions du Ministère de l'Air français et ces études ont été rédigées par les dirigeants de ces services eux-mêmes et par leurs principaux collaborateurs. L'ouvrage est divisé en deux parties : Constructions aériennes. Travaux et installations.

Citons notamment parmi les différents mémoires : les études relatives aux laboratoires d'essais, la métallurgie et l'aéronautique par Moutte et Hamard, qui contient une longue étude sur les aciers utilisés et les méthodes de protection contre la corrosion, la description des avions français en service tant à l'aviation militaire qu'à l'aviation civile, de nombreuses études sur la navigation et le pilotage, les installations et les travaux de l'Armée de l'Air par le Capitaine Durand, la construction des bâtiments techniques de l'aviation, l'évolution de la construction des hangars d'aviation, les grandes portes de fermeture, les hangars mobiles de campagne et les grues spéciales pour hydravions, cinq études dues à M. Aimond, etc.

D'intéressantes photographies illustrent cet ouvrage d'une belle présentation.

Société Nationale des Chemins de Fer Vicinaux, Cinquantième anniversaire, 1884-1934.

Un ouvrage de 116 pages de 19 × 97 cm, illustré de nombreuses planches, 1934.

La Société Nationale des Chemins de Fer Vicinaux de Belgique a publié, à l'occasion de son cinquantième anniversaire, un ouvrage dont les principales parties sont intitulées : L'Historique de la Société Nationale des Chemins de Fer Vicinaux, Séance Solennelle du 12 juin 1934 au Palais des Académies, honorée de la présence de S. M. le Roi, Séance d'inauguration du mémorial érigé au siège de la société.

On sait que la Société Nationale des Chemins de Fer Vicinaux possède en Belgique un important réseau qu'elle modernise progressivement en remplaçant la traction à vapeur par les tractions électrique et automobile. De nombreuses planches illustrant ce recueil montrent l'évolution dans le matériel roulant de la Société en rapprochant les anciennes voitures et locomotives des nouvelles unités dernièrement mises en service.

(1) Tous les ouvrages analysés sous cette rubrique peuvent être consultés en notre Salle de Lecture, 54, rue des Colonies, Bruxelles.

N° 6 - 1936



Maximum de sécurité

Calcul des constructions hyperstatiques - application d'une méthode très simple. Tome III. Cadres et portiques étagés multiples

par J. RIEGER

Deux volumes de 16×25 cm, xii + 174 pages avec 30 fig. dans le texte et IV + 78 pages (planches). Edités par Dunod, 1936. Prix pour les deux volumes brochés : 58 francs français.

L'auteur établit une nouvelle méthode de calcul permettant d'étudier d'une façon pratique les cadres et portiques étagés multiples les plus divers et de se passer ainsi des formulaires habituels, qui forcément n'embrassent pas tous les cas possibles. Cette méthode, dérivée directement du théorème des forces vives (principe des travaux virtuels), permet de résoudre facilement le problème d'une construction à un nombre quelconque de travées et d'étages.

L'ouvrage constitue le troisième et dernier tome d'une collection consacrée à l'application de la méthode en question aux différentes constructions : constructions à une seule travée, grandes constructions continues et constructions hyperstatiques.

Contribution à la transposition des matériaux de construction

par H. PORTIER

Une brochure de 153 pages de $18,5 \times 27$ cm avec 72 figures et xix planches. Thèse présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris, 1935.

Les nombreux matériaux nouveaux mis chaque jour à la disposition de l'industrie, possèdent généralement, par rapport aux matériaux existants, des caractéristiques mécaniques et physiques (résistance, densité) différentes.

Pour permettre de déterminer rapidement les dimensions d'une pièce à construire en un matériau nouveau en se basant sur les dimensions d'une pièce existante, les deux pièces étant sollicitées extérieurement d'une façon identique, l'auteur a établi une série d'abaques basés sur les lois de similitude mécanique. L'emploi de ces abaques nécessite la connaissance des rapports des deux limites élastiques, des deux modules d'élasticité et des deux densités. Ces abaques sont de consultation aisée et permettent, dans de nombreux cas, de faire la transposition très rapidement.

Minimum d'encombrement

L'ouvrage, qui a pour principal objectif la construction aéronautique, contient de nombreux tableaux et, entre autres, des abaques permettant de transposer les dimensions d'une pièce en alliage léger (duralumin) en dimensions de la pièce correspondante à construire en acier inoxydable à haute résistance (pièces constitutives d'une aile d'avion).

Procédés de détermination des réactions dans les systèmes hyperstatiques

par H. PORTIER

Une brochure dactylographiée de 73 pages, format $18,5 \times 27$ cm, illustrée de 39 figures. Thèse présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris, 1935.

Les systèmes hyperstatiques, en général plus difficiles à calculer que les systèmes isostatiques, sont d'exécution plus aisée que ces derniers dont les appuis font souvent appel à des organes coûteux et délicats de construction. De plus, ils assurent une meilleure répartition des efforts et résistent mieux à des sollicitations accidentelles.

Après avoir passé en revue les différentes méthodes de calcul classiques basées sur des considérations géométriques et cinématiques, sur le théorème des forces vives et le principe des travaux virtuels, l'auteur étudie quelques méthodes particulières de la résolution des systèmes hyperstatiques et les méthodes expérimentales de la détermination des tensions intérieures de ces systèmes (photo-élasticimétrie et autres).

Formerei und Giesserei (Moulage et fonderie)

par A. VELTEN

Un ouvrage de 148 pages de $14,5 \times 20,5$ cm et 16 tableaux, illustré de 231 figures. Edité (11^e édition) par M. Jänecke, Leipzig 1936. Prix : 3,20 Rm.

La onzième édition de cet ouvrage a été revue et complétée. L'auteur a rassemblé très méthodiquement, dans un ouvrage bien présenté, les différentes notions qui concernent le moulage et la fonderie. Une partie importante est consacrée à la fabrication des moules (matière, outils, séchage des moules). Ensuite sont successivement étudiés : les différents procédés de fusion de la fonte, la coulée et le nettoyage des pièces (nettoyage à sec et à l'eau). Les deux dernières parties concernent la coulée de l'acier et la coulée des métaux non ferreux (cuivre, étain, zinc, ni-



Sauvegardez l'avenir

ckel, plomb, antimoine, aluminium et différents alliages comme le bronze, le laiton, etc.).

Proceedings of the thirty-seventh annual meeting of the American Society for Testing Materials (Mémoires présentés à la 38^e Assemblée annuelle de la Société américaine pour l'Essai des Matériaux)

Deux volumes de respectivement 1487 et 760 pages de 15 × 29 cm avec de nombreuses figures dans le texte, publiés par l'« American Society for Testing Materials », Philadelphie 1935.

Le premier volume contient les rapports des différents Comités et le texte de nouvelles standardisations soumises à l'enquête. On y trouvera notamment les rapports des Comités s'occupant de l'acier ordinaire, des aciers spéciaux, de la corrosion, etc., ainsi que de nombreux projets de standardisation.

Le second volume groupe les mémoires techniques présentés à la 38^e Assemblée ainsi que les discussions dont ils furent l'objet. Ces mémoires techniques avaient déjà été publiés à l'avance en feuillets séparés (1).

Die Knickfestigkeit von Stäben aus Baustahl (St 37) für die in der Praxis vorkommenden Querschnitte und Belastungen (La résistance au flambement des éléments en acier St 37, pour les sections et les charges courantes)

par A. EGGENSCHWYLER

Deux brochures dactylographiées de 94 pages de 21 × 30 cm avec de nombreuses figures. Ed. A. Eggenschwyler, Schaffhausen 1935. Prix : 22,50 fr. suisses.

L'auteur étudie en détail, par procédé graphique, les sections les plus couramment employées en construction métallique et établit les diagrammes des tensions de flambage pour différentes sections réalisées en acier St 37. Les sections étudiées sont notamment des sections en rectangle plein, en croix, en T et en I. Les diagrammes sont relatifs à des cas de charge différents et pour chaque cas tiennent compte de l'excentricité de la charge. L'auteur compare les résultats avec ceux obtenus par d'autres méthodes.

Belastungen und Beanspruchungen im Hochbau (Stahl, Holz und Mauerwerk) (Charges et

(1) Un compte rendu de ces publications préliminaires a été donné dans L'OSSATURE MÉTALLIQUE, n° 2, 1936, p. 98.

Construisez en acier!

tensions applicables dans la construction [Acier, bois et maçonnerie]).

Une brochure de 73 pages, format A4 (210×297) publiée par le Ministère des Finances de la Prusse. Editeur Wilhelm Ernst und Sohn, Berlin, mars 1936. Prix broché : Rmk 1,50 en Belgique.

Cette brochure contient une trentaine de prescriptions actuellement en vigueur en Allemagne et relatives à la construction.

Citons notamment les poids spécifiques à envisager pour les différents matériaux ; les tensions admissibles, pour les matériaux de construction, les charges mobiles à prévoir dans les constructions ; les règlements sur les constructions métalliques, la protection de l'acier contre la corrosion et contre le feu, etc...

Le Soudeur Coupeur, revue des applications industrielles de la flamme oxy-acétylénique et de la soudure à l'arc, n° 5, mai 1936, éditée par L'Air Liquide, S. A., à Liège

Ce numéro comprend notamment une étude très détaillée sur les procédés et les résultats obtenus par la trempe au chalumeau, ainsi que les articles suivants : *L'alimentation de Liège en gaz de cokerie*, description des canalisations en acier. — *Le pyrotome Picard*. — *Réparation par soudure à l'arc d'un arbre de manivelle*.

Arcos, revue des applications de la soudure à l'arc, n° 72, mars 1936, éditée par la Soudure Electrique Autogène, S. A., à Bruxelles.

Ce numéro comprend notamment les articles suivants :

Etude élémentaire des tensions et déformations de retrait déterminées par soudure à l'arc, par D. Rosenthal. — *Construction soudée d'un rideau de fer pour le théâtre communal de Bologne*. — *Note sur quelques bateaux soudés*. — *Construction soudée d'une passerelle avec pavillon d'enclenchement à la gare de Zurich*. — *Deux ponts soudés en Italie*. — *Le dessin et le calcul des constructions soudées* (Leçons à l'usage des dessinateurs). — Etc.

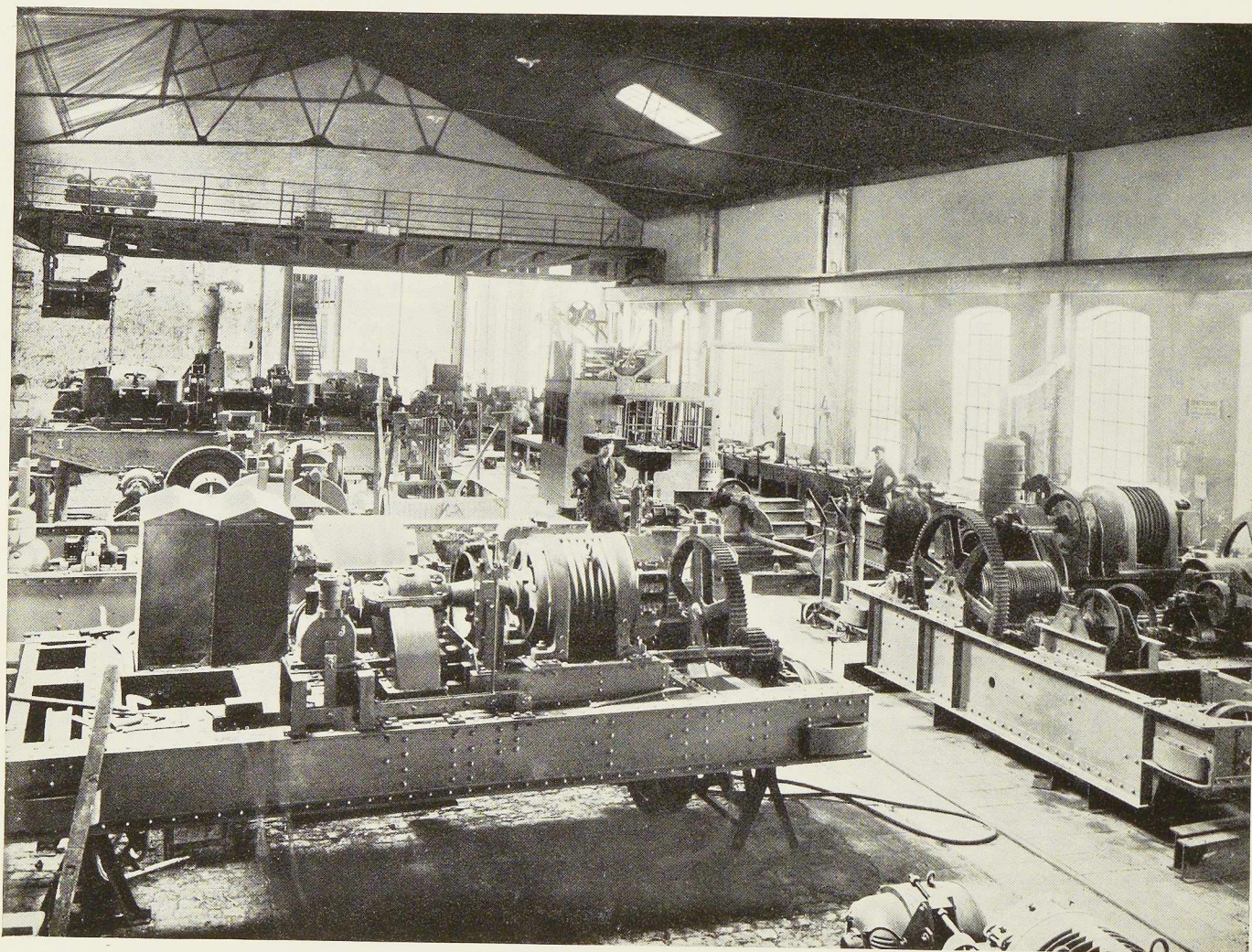
Catalogues

La S. A. « Eternit », à Capelle-au-Bois (Malines), vient d'éditer un catalogue « Eternit-Pièces spéciales », contenant 34 tableaux de dimensions et d'emploi de closoirs, cheneaux, faitières, chapeaux de cheminées, gaines et raccords, syphons, sterfputs, disconnecteurs, aspirateurs de ventilation et pièces spéciales diverses en amiantement.

N° 6 - 1936



**SOCIETE ANONYME DES
ANCIENS ETABLISSEMENTS**



Vue partielle des ateliers de montage des treuils de ponts-roulants

**PAUL WURTH
LUXEMBOURG**

TÉLÉPHONE : 23.22 - 23.23 - 28.52. ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE : PEWECO-LUXEMBOURG

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

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° 1-1936, pp. 39-41,
le tableau d'indexation des matières qui a été adopté pour la présente rubrique

Généralités

10.1/11. — L'assemblée générale annuelle du Centre belgo-luxembourgeois d'Information de l'Acier. — *Oss. Mét.*, n° 4, avril 1936, pp. 198-201.

Situation générale de l'industrie sidérurgique belgo-luxembourgeoise en 1935. Les différentes activités du Centre belgo-luxembourgeois d'Information de l'Acier.

13.1/26. — Composition des aciers résistant aux hautes températures. — A. M. BORZDYKA, *Vestn. Inj. Tehn.*, n° 3, mars 1936, p. 172, 3 fig.

L'auteur donne quelques détails relatifs à la composition des aciers résistant aux hautes températures, fabriquées en U.R.S.S.

14.11/26. — Les systèmes de contreventement dans les bâtiments à ossature métallique. — *Am. Soc. Civ. Eng.*, n° 3, mars 1936, pp. 397-412, 5 fig.

Résultats d'expériences faites dans différents pays et concernant l'action du vent sur les toitures.

14.21/26. — Principes d'application de la plasticité de l'acier à la construction métallique. — V. C. A. DE LEMOS, *Rev. Ass. Eng. Civ. Port.*, n° 726, déc. 1935, pp. 447-458, n° 727, janv. 1936, pp. 5-10, 10 fig.

L'auteur donne les principes de la théorie de la plasticité et montre, en se basant sur cette théorie, que l'on peut admettre des tensions plus fortes, dans certains cas de construction.

14.21/27. — Application d'une méthode grapho-analytique à certains problèmes de flambement. — G. K. TATUR, *Vestn. Inj. Tehn.*, n° 4, avril 1936, pp. 238-240, 1 fig.

L'auteur recherche la charge critique de flambement, d'une pièce de section variable, en se basant sur une méthode grapho-analytique qu'il a établie.

14.21/28. — Mesure des déformations d'une

poutre fléchie. — J. MARTELÉE, *Rev. Univ. Mines*, n° 4, avril 1936, pp. 150-154, 10 fig.

Etude de la flexion des pièces courtes. L'auteur propose l'emploi d'un coefficient tenant compte de la déformation due aux tensions tangentielles. Des essais sont venus confirmer cette théorie.

14.21/29. — Méthodes générales de calcul des ossatures à nœuds rigides. — P. DAUBRESSE, *E.C.A.M.*, n° 2, mars-avril 1936, pp. 44-59, 10 fig.

L'auteur étudie particulièrement les types d'ossature sans nœuds intérieurs et isostatiques au point de vue sollicitations extérieures.

14.41/22. — Essais de colonnes en acier enrobées dans du béton. — A. H. STANG, H. L. WHITTEMORE, D. E. PARSONS, *Journ. Research. Nat. Bur. Stand.*, n° 3, mars 1936, pp. 265-287, 21 fig.

Le Bureau National des Standards a procédé à la demande des services du Port de New-York à des essais de colonnes en acier enrobées de béton de 8 mètres de hauteur environ. Résultats des essais.

15.30/109. — L'importance nouvelle de la soudure en construction. — W. SPRARAGEN, *Civ. Engineering (New-York)*, n° 3, mars 1936, pp. 151-155, 9 fig.

Classification des différents procédés de soudure. Nombreuses applications de la soudure et avantages dans la construction des charpentes et ossatures.

15.30/110. — La corrosion des cordons de soudure électrique. — E. M. KUZMAK et F. SLOMÄNSKAÄ, *Avlog. Delo*, n° 2, févr. 1936, pp. 8-13, 10 fig.

Corrosion des joints de soudure en V, exécutés au moyen d'électrodes nues et fortement enrobées. Essais mécaniques, examens par les rayons X, micro et macrophotographies.

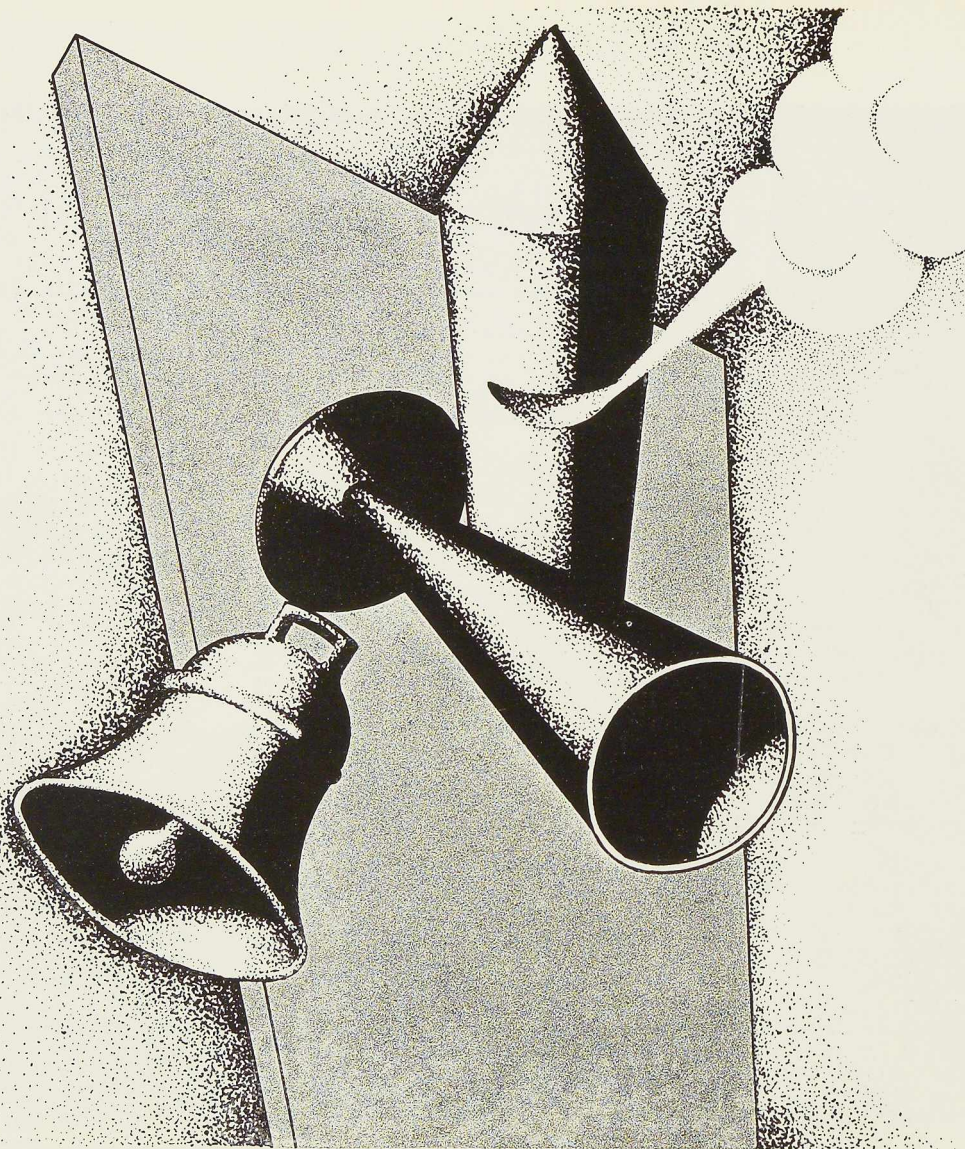
15.31/6. — Assemblage de l'acier avec la fonte par soudure. — D. G. LIMARENKO, *Avlog. Delo*, n° 2, févr. 1936, pp. 18-19, 5 fig.

Quelques détails sur la soudure de la fonte avec l'acier. Résultats de certains essais mécaniques sur les joints soudés. Analyse métallographique.

(1) La liste des quelque 250 périodiques reçus par notre Association, a été publiée dans le n° 1-1936, pp. 42-45 et n° 4-1936, p. 207 de L'OSSATURE MÉTALLIQUE. Ces périodiques peuvent être consultés en la salle de lecture du Centre belgo-luxembourgeois d'Information de l'acier, 54, rue des Colonies, Bruxelles, ouverte de 8 à 17 heures tous les jours ouvrables (les samedis : de 8 à 12 heures).



S



CONTRE LE BRUIT

LA PLAQUE LÉGÈRE COVERIT,

en asbeste ciment cellulaire breveté constitue l'ISOLANT PARFAIT. Elle est légère, facile à travailler, incombustible et imputrescible. Dans vos constructions prévoyez toujours la plaque légère COVERIT ; elle vous donnera entière satisfaction.



Studio Simar Stevens

DEMANDEZ LA NOTICE ILLUSTRÉE GRATUITE N° 01 A LA

**S. A. DES CIMENTS PORTLAND
ARTIFICIELS BELGES D'HARMIGNIES**

Bureaux : 18, RUE DU MIDI, BRUXELLES. Téléphone 12.48.37

Sauvegardez l'avenir

Construisez en acier!

λ 15.33/31. — **Calcul des joints soudés soumis à des sollicitations répétées.** — K. BOBEK, *Elektroschw.*, n° 3, mars 1936, pp. 41-45, 8 fig.

Exemples de calculs et d'exécution d'assemblages soudés soumis à des sollicitations répétées. Coefficient de sécurité. Différents types de joints sont envisagés.

15.33/32. — **Les poutrelles soudées à âme pleine pour les ponts-rails.** — O. BONDY, *Railw. Gaz.*, n° 14, 3 avril 1936, pp. 652-654, 4 fig.

Voir fiche 15.34 b/10.

15.34 a/41. — **Réfection des voies ferrées par soudure.** — T. WALIGORSKI, *Inż. Kolej.*, n° 4/140, avril, 1936, pp. 134-138, 6 fig.

Voir fiche 40.11/27.

15.34 b/10. — **Les poutrelles soudées à âme pleine pour les ponts-rails.** — O. BONDY, *Railw. Gaz.*, n° 14, 3 avril 1936, pp. 652-654, 4 fig.

L'auteur étudie la soudure, les tensions et les déformations des poutrelles à âme pleine, construites par soudure.

15.34 b/11. — **Pont soudé en treillis de 45 m de portée.** — *Eng. News Rec.*, n° 2, 9 janv. 1936, pp. 40-41.

Voir fiche 20.12 a/52.

15.34 c/13. — **Une ferme soudée électriquement composée de profils simples.** — K. I. CZERENOV, *Avlog. Delo*, n° 11, nov. 1935, pp. 23-25, 2 fig.

Voir fiche 30.0/37.

15.34 d/1. — **La soudure électrique des chaudières de navires.** — I. M. RIF, *Avlog. Delo*, n° 2, févr. 1936, pp. 23-27, 11 fig.

Détails constructifs de la construction soudée de chaudières, effectuée en U.R.S.S. Essais mécaniques au moyen de tensomètres.

15.34 d/2. — **Les enseignements des travaux de Dzerjinstroï.** — D. M. SCHUBERT, *Avlog. Delo*, n° 2, févr. 1936, pp. 27-28, 5 fig.

Description de la construction d'un château d'eau métallique soudé système Intze, effectué en U.R.S.S.

15.35/56. — **La résistance des joints soudés soumis à des vibrations.** — E. O. PATON, B. N. GORBUNOV, D. I. BERSTEIN, *Avlog. Delo*, n° 2, févr. 1936, pp. 13-16, 11 fig.

Résultats des études expérimentales effectuées à l'Institut d'Electrosoudure de l'Académie des Sciences de l'Ukraine, et concernant la résistance des joints soudés aux sollicitations statiques et répétées.

15.35/57. — **Influence de la longueur de recouvrement sur la résistance des éprouvettes soudées.** — A. A. OIKER, *Avlog. Delo*, n° 12, déc. 1935, pp. 20-21, 5 fig.

L'auteur étudie l'influence de la longueur du recouvrement de deux éprouvettes soudées sur l'intensité des tensions, dans le joint. L'étude comprend une partie analytique et une partie

expérimentale. Les déformations étaient mesurées par des tensomètres Huggenberger.

15.35/58. — **La soudure contrôlée.** — R. LEMAIRE, *Bull. Soc. Ing. Soud.*, n° 38, janv. févr. 1936, pp. 2054-2068, 14 fig.

Exposé des principes de la soudure contrôlée et de ses applications industrielles, notamment pour la construction du matériel de grosse chaudronnerie.

15.35/59. — **Technique de la Radiométallographie des soudures.** — R. SCHMIDT, *Bull. Soc. Ing. Soud.*, n° 38, janv. févr. 1936, pp. 2069-2082, 7 fig.

Propriétés des rayons X et rayons Gamma. Principes du contrôle radiographique des soudures.

15.35/60. — **Nouvelle méthode magnéto-électrique pour l'étude des joints soudés.** — K. K. XRENOV et S. T. NAZAROV, *Avlog. Delo*, n° 12, déc. 1935, pp. 7-13, 11 fig.

Etude des défauts de joints soudés et description d'un appareil pour les déceler, basé sur les propriétés magnétiques des métaux.

15.35/61. — **Influence des encoches sur la résistance des éprouvettes.** — L. A. LAZAREV, *Avlog. Delo*, n° 12, déc. 1935, pp. 17-19, 6 fig.

L'auteur étudie la forme rationnelle à donner aux éprouvettes de soudure soumises à traction. Diverses méthodes de soudure (électrique, au gaz, etc.) sont envisagées.

15.35/62. — **Le contrôle par les rayons X des assemblages soudés.** — P. ORLOV, *Novosti Tehniki*, n° 5, janv. 1936, pp. 14-17, 7 fig.

L'auteur passe en revue les méthodes de contrôle par les rayons X des assemblages soudés de différents types (joints, bout-à-bout, par recouvrement, à angle droit). Indications sur les appareils employés à cet effet.

15.35/63. — **Essais d'étirage.** — A. MATTING, *Elektroschw.*, n° 3, mars 1936, pp. 53-57, 3 fig.

Etude de la capacité de déformation des joints soudés sollicités par traction. Conditions d'essais, tableaux de résultats, etc.

15.35/64. — **Radiographie des soudures.** — E. BRANDENBERG, *Journ. Soud.*, n° 3, mars 1936, pp. 51-58, 6 fig.

Technique de la vérification de soudures par les rayons X. Quelques radiographies.

15.36 a/38. — **Construction d'une barge.** — M. I. KASHANOV, *Avlog. Delo*, n° 1, janvier 1936, pp. 32-35, 11 fig.

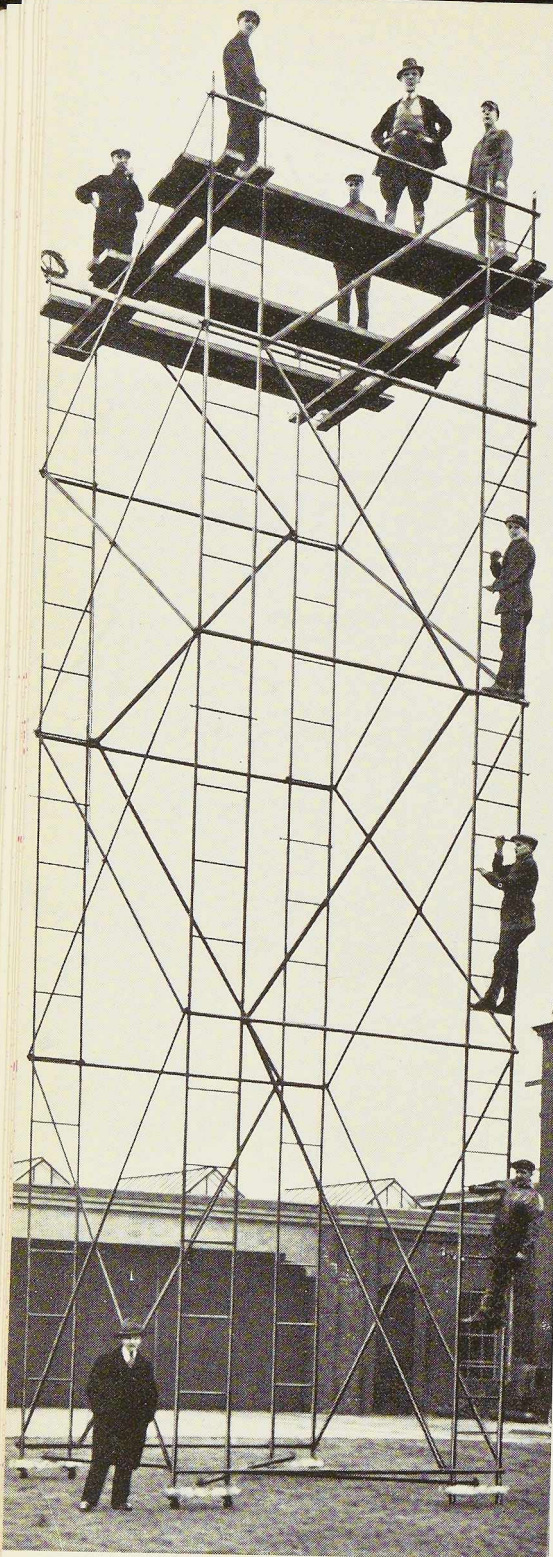
Voir fiche 42.1/13.

15.36 a/39. — **Wagons soudés à houille de 20 tonnes de la Compagnie du London and North Eastern Railway.** — *Bull. Congr. Chem. Fer.*, n° 3, mars 1936, pp. 323-326, 3 fig.

L'emploi de la soudure a permis de réduire considérablement la tare de ces wagons (8.090 kg au lieu de 8.990 kg).

15.40/6. — **Le découpage de l'acier de construc-**





Tourelle - Échafaudage **TUBESCA**

Cet échafaudage convient spécialement aux
Travaux dans les grands locaux,

tels que salles de spectacles, églises, etc.

Ses 4 tronçons inégaux permettent d'obtenir
14 combinaisons différentes

s'échelonnant de
2m.500 à 12m.500.

Grande facilité de déplacement

grâce aux huit galets sur lesquels il repose.

Charge de service :

250 kg. par échelle, soit 1000 kg. répartis.

Transport facile :

l'échafaudage ne pèse que 550 kg.

Encombrement réduit :

aucun élément ne dépasse une longueur de 5 mètres.

Montage extrêmement rapide.

Stabilité et sécurité absolues.

SOCIÉTÉ ANONYME DES

USINES A TUBES DE LA MEUSE

FLÉMALLE - HAUTE

Maximum de sécurité

tion. — J. H. ZIMMERMAN, *Weld. Rev.*, nos 11 et 12, mars-avril 1936, pp. 1-5, 10 fig.

L'auteur compare les différents moyens de découpage des métaux (coupage oxy-acétylénique, par sciage, etc.). Il étudie la modification de la dureté et de la structure du métal coupé.

Ponts

20.11 a/55. — **Les poutrelles soudées à âme pleine pour les ponts-rails.** — O. BONDY, *Railw. Gaz.*, n° 14, 3 avril 1936, pp. 652-654, 4 fig.

Voir fiche 15.34 b/10.

20.11 a/56. — **Le pont Prienbrücke (Allemagne).** — W. HILZ, *V.D.I.*, n° 14, 4 avril 1936, pp. 417-418, 5 fig.

Description d'un pont pour autostrade de $42 + 48 + 42 + 36$ mètres de portée, à 4 poutres à âme pleine de 2 mètres de hauteur.

20.11 a/57. — **Le pont pour autostrade de Mangfall.** — W. HILZ, *V.D.I.*, n° 12, 21 mars 1936, pp. 367-372, 18 fig.

Description détaillée d'un pont métallique à deux poutres à âme pleine de 5^m500 de hauteur d'âme. Portée $90 + 108 + 90$ mètres. Ce pont se trouve à une hauteur de 70 mètres, au fond d'une vallée. Piliers en béton armé.

20.11 a/58. — **Construction d'un pont sur l'Oder à Nikoline.** — *Bautech.*, n° 10, 28 févr. 1936, pp. 144-148, 16 fig.

Pont de 179 m de longueur à trois travées en cantilever. Le montage a été fait en porte-à-faux pour les travées latérales, par flottage pour la partie suspendue de 48 mètres de portée. Les poutres sont à âme pleine rivée.

20.11 a/59. — **Deux ponts à voie unique sur la ligne Cologne-Düsseldorf.** — *Bautech.*, n° 11, 6 mars 1936, pp. 163-167, 12 fig.

Les deux ponts sont à poutres à âme pleine et à béquilles inclinées. La voie est portée par des longrines franchissant la distance séparant les reins de la culée. Portée 37^m80.

20.12 a/52. — **Pont soudé en treillis de 45 m de portée.** — *Eng. News-Rec.*, n° 2, 9 janv. 1936, pp. 40-41.

Pont en treillis situé à la frontière des Etats-Unis et du Canada. Tous les assemblages du treillis sont entièrement soudés. Détails d'exécution.

20.13 a/19. — **Ponts suspendus à ancrage intérieur.** — *Eng. News-Rec.*, n° 2, 9 janv. 1936, pp. 45-49, 9 fig.

Avantage de ce type d'ouvrage. Description des treize ponts construits de cette façon dans le monde, dont notamment le pont de Cologne-Mulheim de 315 mètres de portée centrale.

20.13 c/9. — **Reconstruction du pont de Chelsea.**

Minimum d'encombrement

— *Civil Engineering (Londres)*, n° 355, janv. 1936, pp. 22-23, 1 pl. 5 fig.

Un pont suspendu de $53 + 107 + 53$ mètres de portée a été construit à Londres (Chelsea Bridge). Pour démolir les piles, des batardeaux de palplanches métalliques ont été employés, foncées à une profondeur de 12 mètres, dans le lit du fleuve.

20.13 c/10. — **Le type rationnel de pont suspendu.** — L. A. EFREMOVICZ, *Vnutrizavodskii transport i stalnye konstrukcii*, n° 2, 1936, pp. 9-15, 10 fig.

Avantages des ponts suspendus. Etude de quelques éléments constitutifs. Etudes et réalisations en U.R.S.S.

20.13 d/3. — **Etude sur le culottage des câbles pour ponts suspendus.** — MAGNIEN COQUAND, *Ann. des Ponts et Chaussées*, févr. 1936, pp. 145-171.

Les auteurs ont fait des essais sur les culots de fixation des câbles. Règles auxquelles ces essais ont conduit.

20.13 d/4. — **Passerelle suspendue du barrage de l'Agle.** — LEINEKUGEL LE COCQ, *Gén. Civ.*, n° 12, 21 mars 1936, pp. 277-280, 6 fig.

Passerelle de 64 mètres de portée à câbles porteurs raidis diminuant considérablement les variations des flèches. Résultats très favorables des essais détaillés entrepris.

20.14 c/7. — **Le pont-route de Birchenough sur la Sabi (Rhodésie du Sud).** — *Oss. Mét.*, n° 4, avril 1936, pp. 180-184, 9 fig.

Description de la construction d'un pont de 329^m40 de portée, en acier Chromador, en arc en treillis. Le poids total de l'acier employé est de 1.650 tonnes.

20.14 c/8. — **Le pont de Birchenough.** — *Civil Engineering (Londres)*, n° 355, janv. 1936, pp. 8-11, 8 fig., 1 planche, 1 carte géogr.

Description détaillée de la construction d'un pont en acier Chromador, de 329^m40 de portée, en arc en treillis à deux rotules. Poids : 1.650 tonnes. Description du montage (voir également *L'Oss. Mét.*, n° 4, avril 1936, pp. 180-184).

20.22 a/16. — **Pont levant de 166 m d'ouverture sur le canal du Cape Cod (Etats-Unis).** — *Gén. Civ.*, n° 14, 4 avr. 1936, pp. 327-329, 5 fig.

Pont à poutre en treillis semi-parabolique dont le tirant d'air atteint 41^m15 : il est porté par deux pylônes indépendants. Détails constructifs et mécaniques.

20.22 a/17. — **Pont levant du Cape Cod Canal à Buzzards Fay (Mass.) Etats-Unis.** — *Eng. News-Rec.*, n° 5, 30 janv. 1936, pp. 145-151, 8 fig.

Description des différents travaux effectués au Cape Cod Canal. La portée levante du pont a 166 mètres de longueur (plus grande portée levante existante). Les tours ont 79 mètres de hauteur.





**INSTALLATION DE MEUBLES
en acier**

pour le classement des plans,
réalisée dans la salle des archives-
plans de la SOFINA, à Bruxelles
par la **SOCIÉTÉ ANONYME DES**

ÉTABLISSEMENTS C. LECHAT

12, RUE DE L'AUTOMNE
BRUXELLES

TÉL. 48.26.26

Consultez-nous pour tous vos besoins en meubles métalliques

Sauvegardez l'avenir

20.33/13. — **Tablier de pont de construction cellulaire.** — *Iron Age*, n° 10, mars 1936, pp. 43 et 74.

Description d'un plancher formé par une tôle sur laquelle se trouvent soudés des profils en U servant de raidisseurs, et formant ainsi une série de cellules jointives.

Charpentes

30.0/37. — **Une ferme soudée électriquement composée de profils simples.** — K. I. CZERENOV, *Actog. Delo*, n° 11, nov. 1935, pp. 23-25, 2 fig.

Le but de l'article est de montrer la possibilité de construire par soudure, des fermes composées uniquement de profils de section rectangulaire ou carrée, au lieu d'employer des profils en T, I, etc. Calculs des différents éléments de telles fermes.

30.4/19. — **Constructions sportives.** — *Weld. Ind.*, n° 3, avril 1936, pp. 85-89, 15 fig.

L'auteur décrit les avantages des constructions sportives (stadiums, tribunes, etc.) en acier, et étudie les diverses conditions auxquelles doivent satisfaire ces constructions. Quelques détails constructifs.

31.1/31. — **Bâtiments préfabriqués industriels.** — *Iron Age*, n° 12, 19 mars 1936, p. 105, 1 fig.

Bâtiment industriel préfabriqué, dont une partie comporte un étage, couvrant une surface de 12×27 mètres (voir également *Steel*, n° 11-1936, p. 35).

31.1/32. — **Constructions industrielles.** — *Eng. News-Rec.*, n° 10, 5 mars 1936, pp. 337-342, 9 fig.

Etude des nouvelles tendances dans la construction des bâtiments industriels. Des exemples nombreux montrent l'emploi fréquent à l'heure actuelle des ossatures soudées.

31.2/91. — **La tour Littoria, le nouveau gratte-ciel de Turin.** — *Oss. Mét.*, n° 4, avril 1936, pp. 161-168, 17 fig.

Voir fiche 31.5/25.

31.2/92. — **Les grands magasins Macy's à New-York.** — G. MAREC, *Constr. Moderne*, n° 24, 15 mars 1936, pp. 492-500, 10 fig.

Descriptions des agrandissements du bâtiment, construit à ossature métallique, des grands magasins Macy's à New-York. Détails sur l'ossature (voir également *L'Ossature Métallique*, n° 5, 1936, pp. 230-233).

31.2/93. — **Les nouveaux magasins Anspach à Bruxelles.** — *Constr. Moderne*, n° 30, 26 avr. 1936, pp. 617-619, 3 fig.

Voir fiche 33.0/18.

31.2/94. — **Universal House à Londres.** — *Archit. Rec.*, n° 3, mars 1936, pp. 181-184, 4 fig.

Courte description d'un immeuble à deux étages : ossature métallique, murs en béton et matières fibreuses, cloisons extérieures,

Construisez en acier!

presque entièrement vitrées, équipées de châssis métalliques de grandes dimensions.

31.2/95. — **Une maison à ossature métallique.** — F. MASI, *Edilizia Moderna*, juill.-sept. 1935, pp. 22-29, 10 fig.

L'auteur décrit l'ossature métallique entièrement soudée d'une maison à appartements de dix étages.

31.30/31. — **Salles de coffres-forts dans les banques.** — J. L. TANN, *Design and Constr.*, n° 5, mars 1936, pp. 168-171, 9 fig.

Description de la façon dont sont construites certaines salles de coffres-forts.

31.30/32. — **Pavillon de la Warr à Bexhill.** — *Arch. Design and Constr.*, n° 3, janv. 1936, pp. 90-93, 7 fig.

Voir fiche 31.4/20.

31.33/9. — **Construction par soudure des auvents-abris à la gare de voyageurs Kraków-Ossobowa (Pologne).** — L. WILENKO, *Inż. Kolej.*, n° 3/139, mars 1936, pp. 112-115, 12 fig.

La gare de voyageurs Kraków-Osobowa est actuellement en reconstruction. Des auvents-abris soudés électriquement sont aménagés en profils laminés. Détails sur les assemblages.

31.4/19. — **Pavillon de la Warr à Bexhill.** — *Building*, janv. 1936, pp. 6-12, 14 fig.

Description d'un centre d'amusement construit en ossature métallique entièrement soudée et comportant une vaste salle de spectacle, des restaurants, salles de réunions, etc. (voir également *L'Ossature Métallique*, n° 3, 1936, pp. 127-139).

31.4/20. — **Pavillon de la Warr à Bexhill.** — *Arch. Design and Constr.*, n° 3, janv. 1936, pp. 90-93, 7 fig.

Courte description accompagnée de beaux documents photographiques d'un centre d'amusement comportant salles de spectacles, restaurant, salles de réunion, etc... (voir également *L'Ossature Métallique*, n° 3, 1936, pp. 127-139).

31.4/21. — **Le Ciné-Actualités „Paris-Soir” des Ternes (Paris).** — Ch. SICLIS, *Constr. Mod.*, n° 26, 29 mars 1936, pp. 530-536, 9 fig.

L'ossature générale du Ciné-Actualités Paris-Soir des Ternes, à Paris, a été exécutée en charpente de fer, aussi bien pour la toiture que pour la charpente du plancher de la corbeille.

31.4/22. — **Cinéma „Le Paris”.** — J. FAVIER, *Constr. Mod.*, n° 23, 8 mars 1936, pp. 473-480, 8 fig., 3 pl.

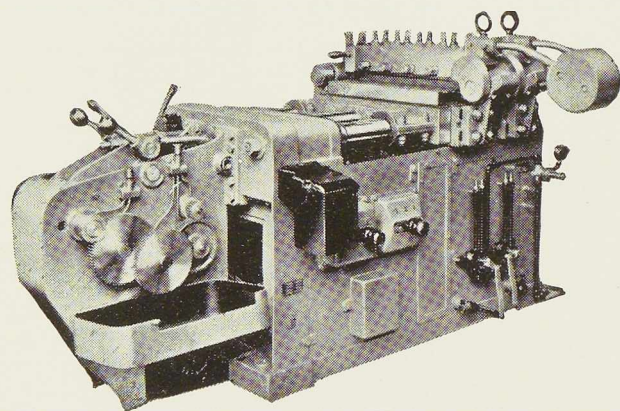
L'ensemble de la poutraison supportant la couverture de ce cinéma a été exécutée en fer, ce qui assurait une grande rapidité de montage, en même temps qu'une grande légèreté.

31.5/25. — **La tour Littoria, le nouveau gratte-ciel de Turin.** — *Oss. Mét.*, n° 4, avril 1936, pp. 161-168, 17 fig.

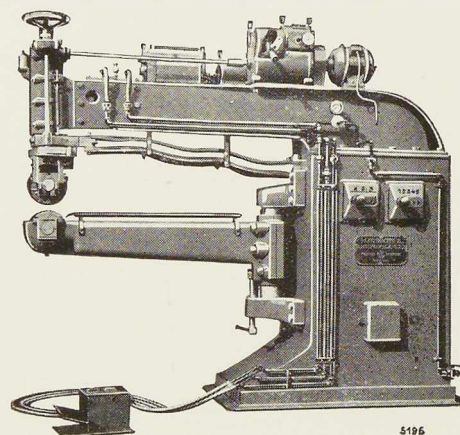
N° 6 - 1936



QUEL QUE SOIT VOTRE PROGRAMME
DE SOUDURE ÉLECTRIQUE
PAR ARC OU RÉSISTANCE
CONSULTEZ LE GRAND SPÉCIALISTE :



SOUDEUSE BOUT A BOUT 150 K.V.A.



SOUDEUSE AU GALET 100 K.V.A.

S. A. **ÉLECTROMÉCANIQUE** S. A.
19-21, RUE LAMBERT CRICKX. TÉLÉPHONE 21.00.65 (4 LIGNES). **BRUXELLES**

S. A. BELGE DES

FOURS STEIN ET COMBUSTION RATIONNELLE

68, B^d de la Sauvenière

L I E G E

Filiale de la S. A. des Fours et Appareils Stein, Paris

Installation de fours métallurgiques, Générateurs "Aérocalor", pour chauffage d'ateliers, églises, écoles, locaux divers ainsi que pour séchoirs industriels. Foyers automatiques "F.A.S.", et "Autocalor G.C.", utilisant les petits combustibles industriels bon marché pour le chauffage des fours, chaudières industrielles et de chauffage central. Catalogues et références sur demande. Nombreuses installations dans le monde entier.

Représentant en Belgique de la Sté Ame des Foyers Automatiques de Roubaix (F.A.F.A.)

Maximum de sécurité

Description détaillée d'un vaste immeuble à ossature métallique composée d'un bâtiment de neuf étages et d'une tour de dix-neuf étages. Détails sur l'ossature pesant 795 tonnes. Description des aménagements intérieurs. Escaliers, rampes, châssis de fenêtres, etc.

31.5/26. — **La Tour Littoria à Turin.** — A. MELIS, *Archit. Italiana*, n° 12, déc. 1935, pp. 404-425, 60 fig.

La Tour Littoria comporte dix-huit étages à ossature soudée. Détails architecturaux des appartements. Détails techniques sur l'ossature (voir également *L'Ossature Métallique*, n° 4, 1936, pp. 161-168).

31.6/13. — **Les constructions à ossature et les tremblements de terre.** — Clarence H. KROMER, *Eng. News-Rec.*, 26 mars 1936, pp. 462-463.

L'auteur, qui est ingénieur principal au Département des Travaux Publics de Californie, note que les bâtiments à ossature, bien calculés et bien construits, constituent la meilleure solution pour résister aux tremblements de terre. Il signale que les efforts exercés par les secousses sismiques sont proportionnels à la masse des éléments sollicités. L'avantage va, par conséquent, aux ossatures en acier et a même conduit à établir des constructions à ossature métallique légère articulée et à planchers légers en acier articulés.

32.2/45. — **Maison à Guingamp destinée à l'expérimentation d'un procédé de construction.** — *Arch. d'Auj.*, n° 2, févr. 1936, pp. 61-63.

Maison à ossature métallique légère, remplissage en panneaux standard, montage à sec.

32.2/46. — **Les facilités de la construction des maisons „préfabriquées”.** — R. BINGHAM, *Iron Age*, n° 12, 19 mars 1936, pp. 53-55 et 104, 3 fig.

L'auteur décrit le système Reynolds de maisons d'habitation préfabriquées ; ces maisons comportent une ossature métallique et des matériaux de remplissage résistant au feu.

32.2/47. — **Maison préfabriquée de Crane and Shovel Company.** — *Eng. News Rec.*, n° 12, 19 mars 1936, p. 438, 1 fig.

Une usine de matériel de chantier de Milwaukee (Wis.) a été dernièrement transformée pour construire des maisons préfabriquées, à ossature métallique soudée et rivée. Les panneaux sont ignifuges et résistants aux agents atmosphériques (voir également *Steel*, n° 13, 30 mars 1936, p. 28, 2 fig.).

32.2/48. — **Ecole Montessori à Schiebroek (Pays-Bas).** — J. B. VAN LOGHEM, *De 8 en Opbouw*, n° 6, 21 mars 1936, pp. 66-69, 9 fig.

Petit bâtiment à ossature métallique comportant trois classes au rez-de-chaussée.

32.2/49. — **Maison en acier économique.** — *Iron Age*, n° 13, 30 mars 1936, p. 28, 2 fig.

Minimum d'encombrement

Cette maison à ossature en acier comporte des hourdis en tôle d'acier et une toiture à faible pente appuyée sur des fermes. Ses murs doubles sont armés par des profils légers.

33.0/18. — **Les nouveaux magasins Anspach à Bruxelles.** — *Constr. Mod.*, n° 30, 26 avr. 1936, pp. 617-619, 3 fig.

La façade de ces magasins est entièrement vitrée sur six étages de hauteur, et est accrochée à une légère ossature métallique.

33.2/5. — **Universal House à Londres.** — *Archit. Rev.*, n° 3, mars 1936, pp. 181-184, 4 fig.

Courte description d'un immeuble à deux étages : ossature métallique, murs en béton et matières fibreuses, cloisons extérieures, presque entièrement vitrées, équipées de châssis métalliques de grandes dimensions.

33.2/6. — **Nouveaux magasins Anspach à Bruxelles.** — *Arch. d'Auj.*, n° 2, févr. 1936, pp. 48-51, 6 fig.

Façade de sept étages entièrement vitrée sur châssis et légère ossature métallique.

34.6/9. — **Les wagons frigorifiques.** — F. PÊCHE, *Ann. de l'A.I.G.*, n° 1, 1936, pp. 77-111, 10 fig.

Voir fiche 40.25/19.

34.7/20. — **La lutte contre le bruit.** — J. MAHUL, *Travaux*, n° 39, mars 1936, pp. 147-148, 6 fig.

Emploi de feuilles de plomb pour l'isolation des murs et cloisons. Coupes et mode d'utilisation ; application.

35.0/6. — **Le mobilier moderne.** — R. ROGER, *Espans. Belge*, n° 3, mars 1936, pp. 213-218, 8 fig.

Description des nouvelles installations de mobilier métallique réalisées en Belgique.

36.2/7. — **Le nouveau réservoir à gaz de 100.000 m³ de Schlieren (Suisse).** — H. BÜNTER, *Rev. Techn. Suisse*, n° 12, 19 mars 1936, pp. 168-171, 1 fig.

Description d'un réservoir télescopique à gaz de 100.000 m³ dernièrement achevé. Construction en grande partie rivée. Etude de la sollicitation par le vent. Montage.

36.3/9. — **Le calcul des châteaux d'eau en acier.** — L. LEMAITRE, *Oss. Mét.*, n° 4, avril 1936, pp. 185-197, 11 fig.

Calcul des réservoirs du système Intze. Etude d'un château d'eau métallique de 3.500 m³. Etude comparative de quatre châteaux d'eau. Le problème de la corrosion des châteaux d'eau. Données numériques montrant l'avantage économique des châteaux d'eau en acier, par rapport aux châteaux d'eau en béton armé.

36.5/1. — **La protection des chaudières contre la corrosion.** — H. RICHTER, *Rev. Univ. Mines*, n° 4, avril 1936, pp. 166-169, 5 fig.

Action corrosive des boues sur la tôle des chaudières. Etude des moyens d'élimination de ces boues.



STOPSTARA MASTIC SPÉCIAL

pour vitrage de châssis métalliques, durcissement rapide, adhérence parfaite, ne se fendille pas.

SIGMALED MINIUM DE PLOMB

prêt à peindre, ne pétrifiant pas, 5 différents types, propriétés toutes spéciales.

Demandez prix, échantillons et renseignements techniques à la firme

PIETER SCHOEN EN ZOON, S. A. BELGE

41, rue du Taciturne, BRUXELLES

Téléphone : 33.89.71

qui pourra également résoudre tous vos problèmes de peinture difficile.

*Cette revue est tirée
par l'Imprimerie*

**GEORGES
T H O N E
A L I E G E**

Sauvegardez l'avenir

37.0/5. — **Les progrès réalisés dans la pratique du montage en construction.** — D. S. FINE, *Civ. Engineering (New-York)*, n° 3, mars 1936, pp. 155-157, 5 fig.

L'auteur passe en revue les perfectionnements réalisés au cours des dernières années dans les procédés de montage des différentes constructions métalliques (ponts, ossatures, etc...).

37.1/12. — **Etude de certaines questions concernant les grues, mâts de montage et ponts roulants.** — B. S. KOVALSKIÏ, I. A. KOGAN, P. E. BOGUSLAVSKIÏ, *Vnutrizavodskii transport i stalnye konstrukcii*, n° 2, 1936, pp. 32-45, 49 fig.

Etude des projets de différents appareils de manutention métalliques.

37.2/3. — **Etude de certaines questions concernant les grues, mâts de montage et ponts roulants.** — B. S. KOVALSKIÏ, I. A. KOGAN, P. E. BOGUSLAVSKIÏ, *Vnutrizavodskii transport i stalnye konstrukcii*, n° 2, 1936, pp. 32-45, 49 fig.

Voir fiche 37.1/12.

Transports

40.11/27. — **Réfection des voies ferrées par soudure.** — T. WALIGORSKI, *Inż. Kolej.*, n° 4/140, avril 1936, pp. 134-139, 6 fig.

Procédé de réfection des voies ferrées par soudure, employé par les Chemins de Fer de l'Etat Polonais. Influence de la variation de la température sur les rails soudés, frais de soudure des joints, remarques pratiques.

40.11/28. — **Les rails assemblés par soudure.** — *Railw. Gaz.*, n° 10, 6 mars 1936, pp. 447-451, 10 fig.

Suppression des joints dans les rails aux Etats-Unis. Précautions à prendre pour assurer la sécurité.

40.22/32. — **Les automotrices en Belgique.** — P. GHILAIN, *Traction Nouvelle*, n° 1, janv.-févr. 1936, pp. 20-27, 7 fig.

Développement des transports en automotrices en Belgique. Types d'automotrices. Résultats d'exploitation.

40.22/33. — **Les services français d'automotrices au début de 1936.** — J. MONET, *Traction Nouvelle*, n° 2, mars-avril 1936, pp. 38-50, 11 fig.

Développement des services par automotrices sur les réseaux français. Description sommaire des différents types d'automotrices. Itinéraires.

40.23/8. — **Automotrices Diesel-Electrique des Chemins de fer de l'Anjou.** — *Gén. Civil*, n° 17, 25 avr. 1936, pp. 396-398, 4 fig.

La caisse de ces automotrices pour voie métrique est entièrement métallique et est portante. Détails sur les caractéristiques de ce matériel.

40.25/19. — **Les wagons frigorifiques.** — F.

Construisez en acier!

PÊCHE, *Ann. de l'A.I.C.*, n° 1-1936, pp. 77-111, 10 fig.

Au cours de cette étude relative notamment au transport des denrées périssables en pays chaud, l'auteur donne une description rapide de différents matériaux à très faible conductibilité thermique.

40.25/20. — **Wagon basculant pour voie de 900 mm.** — *V.D.I.*, n° 14, 4 avril 1936, pp. 425-426, 3 fig.

Description d'un wagon basculant en tôle d'acier d'une contenance de 25 m³ destiné au transport du charbon.

42.1/13. — **Construction d'une barge.** — M. I. KASHANOV, *Avlog. Delo*, n° 1, janvier 1936, pp. 32-35, 11 fig.

Description de la construction d'une barge par soudure électrique. Cette barge mesure 137 m de longueur et 19 mètres de largeur et sert au transport du pétrole.

Divers

51.0/12. — **Venturi en acier inoxydable.** — *Engineer*, 6 mars 1936, pp. 259-260, 4 fig.

En Angleterre on a construit dans une petite rivière deux Venturi à paroi en acier inoxydable (avantages relatifs à la corrosion, l'érosion, etc...).

51.1/22. — **La canalisation du Neckar.** — *Konz. Zentrbl. Bauverw.*, n° 11, 11 mars 1936, pp. 229-239, 22 fig.

Travaux entrepris entre Stuttgart et Mannheim. Ponts, écluses, barrages amovibles à rouleaux de grandes portées (33^m00), etc...

51.1/23. — **Le barrage en terre de Fort-Peck, sur le Missouri (Montana, E.-U.).** — *Gén. Civ.*, n° 10, 7 mars 1936, pp. 232-234, 4 fig.

Lors de la construction du barrage de Fort-Peck, le plus important barrage en terre existant, un rideau, en palplanches métalliques, de 3 km de longueur a été battu pour constituer le mur parafouille. La longueur de ces palplanches est de 42 à 57 mètres et chaque palplanche était composée de deux parties soudées entre elles (voir à ce sujet les fiches 51.1/5, 51.1/10 et 51.1/14 relatives à ce même ouvrage).

51.1/24. — **Nouveaux barrages à clapet et leur commande.** — E. HARTUNG, *Zft. V.D.I.*, n° 10, 7 mars 1936, pp. 277-280, 11 fig.

Détails constructifs et fonctionnement d'un barrage à clapets.

51.2/20. — **Le canal Adolf Hitler, reliant l'Oder au district houiller de la Haute-Silésie.** — *Gén. Civ.*, n° 11, 14 mars 1936, pp. 253-259, 4 fig.

Raisons d'être du canal Adolf Hitler. Détail d'un sas d'une écluse, dont les bajoyers sont en palplanches métalliques.

N° 6 - 1936





CLICHES

POUR TOUTES IMPRESSIONS

ETABLISSEMENTS DE PHOTOGRAVURE

TALLON & C^oS.A

22-26, RUE SAINT-PIERRE, BRUXELLES

TÉL. : 17.08.82. CH. POST. : 251. R. C. BRUXELLES 560

L O N D R E S. L I L L E

L'ISOLATION PAR L'AMIANTE

Equipement et correction
Acoustiques

Isolation phonique et Thermique

« SPRAYED LIMPET ASBESTOS »

amiante projeté au pistolet

« NEWALLS ASBESTOS PAXFELT »

panneau d'amiante pur

« ASBESTOS FLEXIBLE BLANKET »

revêtement flexible en amiante

« PAXTILES »

paxfelt en carreaux avec enduit
perforé

MAISON

ERNEST LENDERS

2, PLACE CONSTANTIN MEUNIER
UCCLE I - BRUXELLES - Tél. 44.95.38

L'OSSATURE METALLIQUE

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER



ABONNEMENT SEMESTRIEL:

DE JUIN A DÉCEMBRE 1936

Belgique et Grand-Duché de Luxembourg:

Fr. b. 20,—

Autres pays : Fr. belges 35,— (7 belgas)

On s'abonne par simple virement au Compte

Chèques Postaux n° 340.17 du

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

54, RUE DES COLONIES, BRUXELLES

P É N É T R A N T E
A D H É R E N T E
I M P E R M É A B L E
É L A S T I Q U E
I N O X Y D A B L E

telles sont les principales
qualités de la PEINTURE

CELVINE

que vous offre la

C^{ie} DES LANOLINES

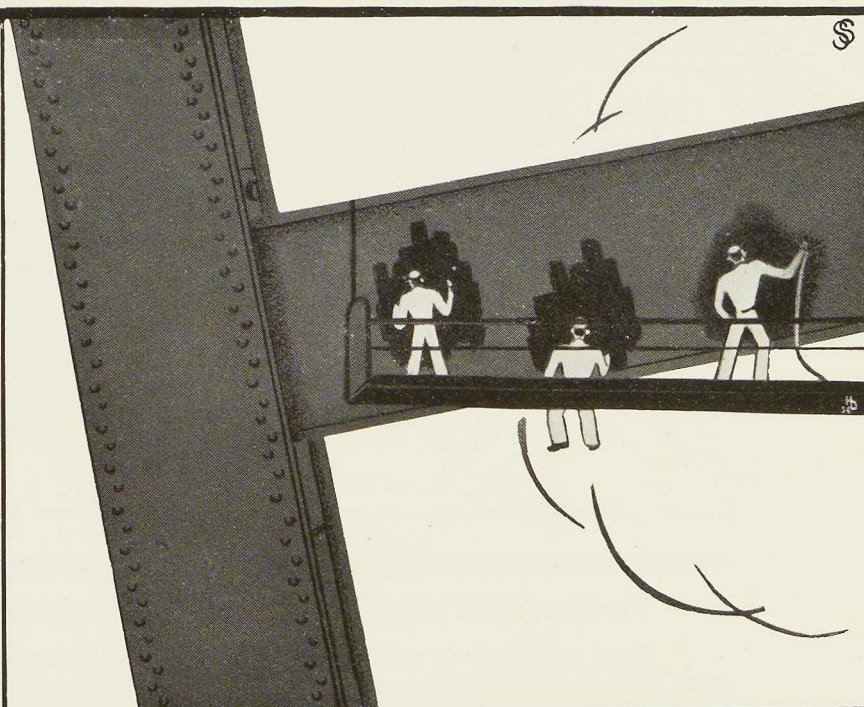
Société Anonyme

229, RUE DE BIRMINGHAM,
ANDERLECHT - BRUXELLES

TÉLÉPHONE 21.41.78

LA PEINTURE CELVINE
EXISTE EN TOUTES TEINTES.

Demandez, sans engagement pour
vous, la notice technique n° 10.



PEINTURE CELVINE

Studio Simar-Stevens, Bruxelles

INDEX DES ANNONCEURS

	Pages		Pages
A		L	
A.C.M.T. (Ateliers de Construction Mécanique de Tirlémont)	17	C ^{ie} des Lanolines	30
A.R.B.E.D. - Columeta	18 et 19	Etablissements C. Lechat	26
Arcos , « La Soudure Electrique Autogène »	20	Maison Ernest Lenders	30
Ateliers Métallurgiques de Nivelles	22 et 33		
B		M	
Baume et Marpent	12	Marigrée . Société Commerciale d'Ougrée	14 et 15
Briqueteries et Tuileries du Brabant	13		
La Brugeoise et Nicaise et Delcuve	10	O	
C		Oortmeyer, Merckem et C^{ie}	8
Centre belgo-luxembourgeois d'Information de l'Acier	30	Ougrée-Marihaye - Société Commerciale d'Ougrée	14 et 15
Chamebel , « Le Châssis Métallique Belge »	11	S	
S. A. John Cockerill	9	Pieter Schoen en Zoon	28
Columeta - A.R.B.E.D.	18 et 19	Fours Stein	27
D		T	
Davum (Poutrelles Grey)	6	Etablissements Tallon	29
De Keyn Frères	7	Imprimerie Thone	28
Anciens Etablissements Paul Devis	32	Usines à Tubes de la Meuse	25
E		U	
Electricité et Electromécanique	27	Ucométal (Union Commerciale de Métallurgie)	16
Société Métallurgique d' Enghien-Saint-Eloi	5	Util	8
H		W	
Ciments d' Harmignies	25	Anciens Etablissements Paul Würth	24

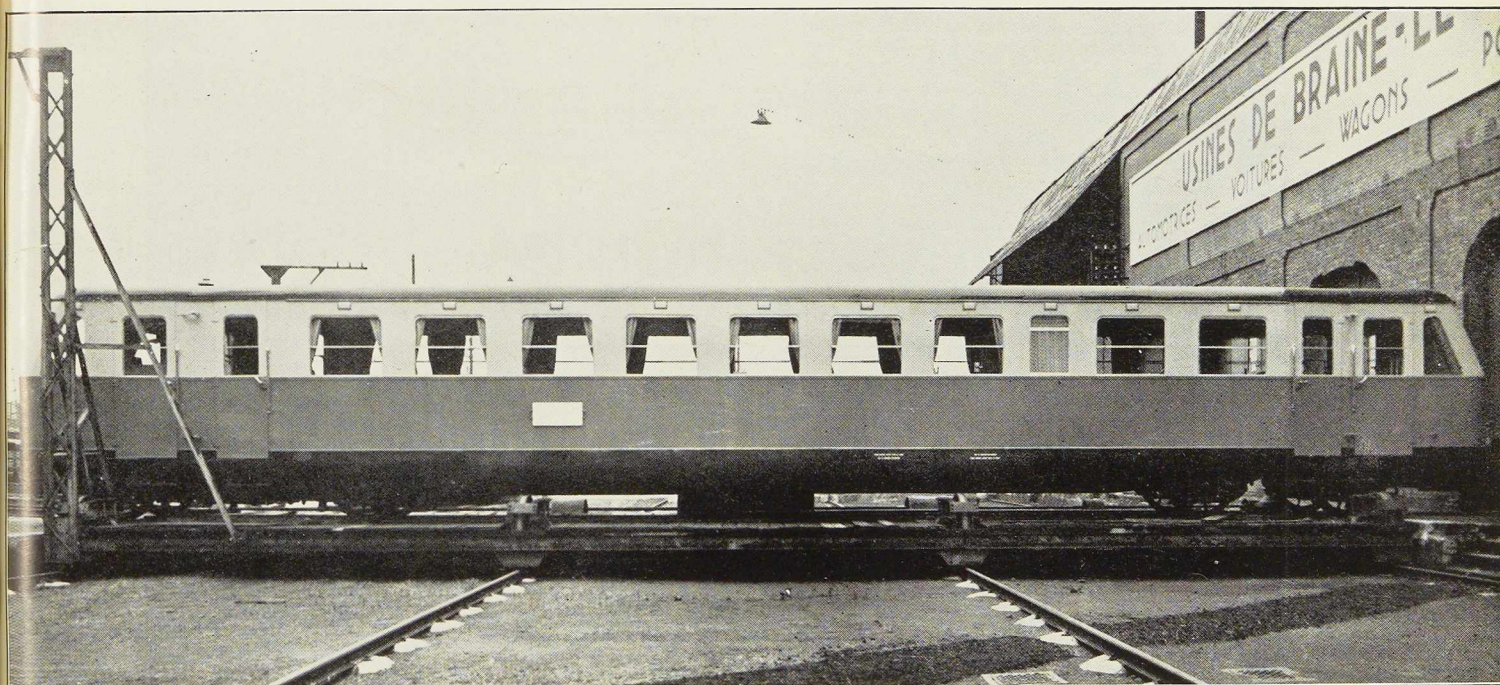
Rachat des numéros épuisés de « L'Ossature Métallique »

Nous rachetons au prix de 20 francs l'exemplaire les numéros 1 et 2 de l'année 1932 et au prix de 10 francs l'exemplaire le numéro 6 de l'année 1933 de « L'Ossature Métallique ».

Indiquez sur votre envoi, votre nom, votre adresse et le numéro de votre compte chèques postaux

USINES DE BRAINE-LE-COMTE

AUTOMOTRICES
VOITURES-WAGONS
PONTS ET CHARPENTES



AUTOMOTRICE de 220/240 CV fournie à la Société Nationale des Chemins de Fer Belges

Photo Stone

CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES

Voie	1 m 435	Moteur à huile lourde Carels-Ganz Jendrassik à
Longueur de caisse	22 m 000	6 cylindres donnant 240 CV à 1330 tours/minute
D'axe en axe des bogies	15 m 400	Transmission à engrenages
Empattement de bogie moteur	3,600	Bogies à boîtes à rouleaux
Empattement de bogie porteur	2,600	Châssis et caisse en acier au carbone $R = 50$ à
Nombre de places assises	100	60 kg/mm ²
Nombre de places debout	50	Assemblages entièrement soudés
Tare en ordre de marche	29.900	Freinage à air comprimé et à main
Vitesse	80 km/heure	Chauffage à circulation forcée d'eau chaude

Les caisses centrales des nouvelles automotrices triples fournies à la Société Nationale des Chemins de Fer Belges, par la Société BAUME et MARPENT, ont été construites en nos ateliers

HENNUYÈRES

9 USINES

300.000 TONNES PAR AN



Cliché SABEPA

VUE AÉRIENNE DES USINES D'HENNUYÈRES

1.000 ouvriers

130 hectares

2.000 CV.

VOUS ANNONCE

LE TRANSFERT DE SES SERVICES COMMERCIAUX DE

BRUXELLES

MODERNISÉS ET CONSIDÉRABLEMENT AGRANDIS

6, PLACE STÉPHANIE (AVENUE LOUISE) **Tél. 12.01.86** (2 lignes)

TOUS RENSEIGNEMENTS GRATUITS SUR SIMPLE DEMANDE

Tuiles en divers formats et tous accessoires, en tons rouge naturel, vieilli et émaillés en différentes couleurs — Toutes briques de parement lisses, rugueuses sablées — Gitages creux en briques armées d'acier — Couvre-murs et seuils de fenêtres émaillés — Boisseaux — Tuyaux de drainage — Protège-câbles — Briques creuses de divers formats pour isolation thermique et acoustique — Briques extra-dures pour pavements — Gravier rouge pour jardins et tennis — Sous-toitures diverses en béton de terre cuite, etc.