

L'OSSATURE MÉTALLIQUE

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER
éditée par

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

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

19^e ANNÉE

N° 12

DÉCEMBRE 1954

S O M M A I R E

XVI ^e Congrès des Centres d'Information de l'Acier à Londres (suite)	573
Le voyage d'études du Groupement Belge de l'A. I. P. C.	585
Industrial Design	590
Les nouveaux hangars du type L. J. Dubois à Villacoublay	591
Tour de télévision à Oklahoma City (U. S. A.)	594
Un pylône rigide qui s'enroule comme un ruban	596
Le décapage des constructions métalliques au chalumeau oxy-acétylénique, par E. Sellier & C. Robeyns	599
Laboratoires de recherches de la Société I. C. I. à Welwyn (Grande-Bretagne)	603
Le calcul des ossatures étagées à cellules multiples sous l'action du vent, par E. Robert & L. Musette	609
BIBLIOTHÈQUE	617
CHRONIQUE	619
TABLE DES MATIÈRES	627

La photo inférieure de la couverture représente un terrain de sport, établi sur la terrasse d'un collège français, protégé par un grillage métallique.

Photo H. Lacheroy.

Avez-vous renouvelé votre abonnement pour 1955?

Pour vous assurer la continuation du service de notre Revue, votre souscription devrait nous parvenir sans retard.

Conditions inchangées.

ABONNEMENTS 1954 (11 numéros) :

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

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

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

Autres pays : 350 francs belges.

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

PRIX DU NUMÉRO :

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

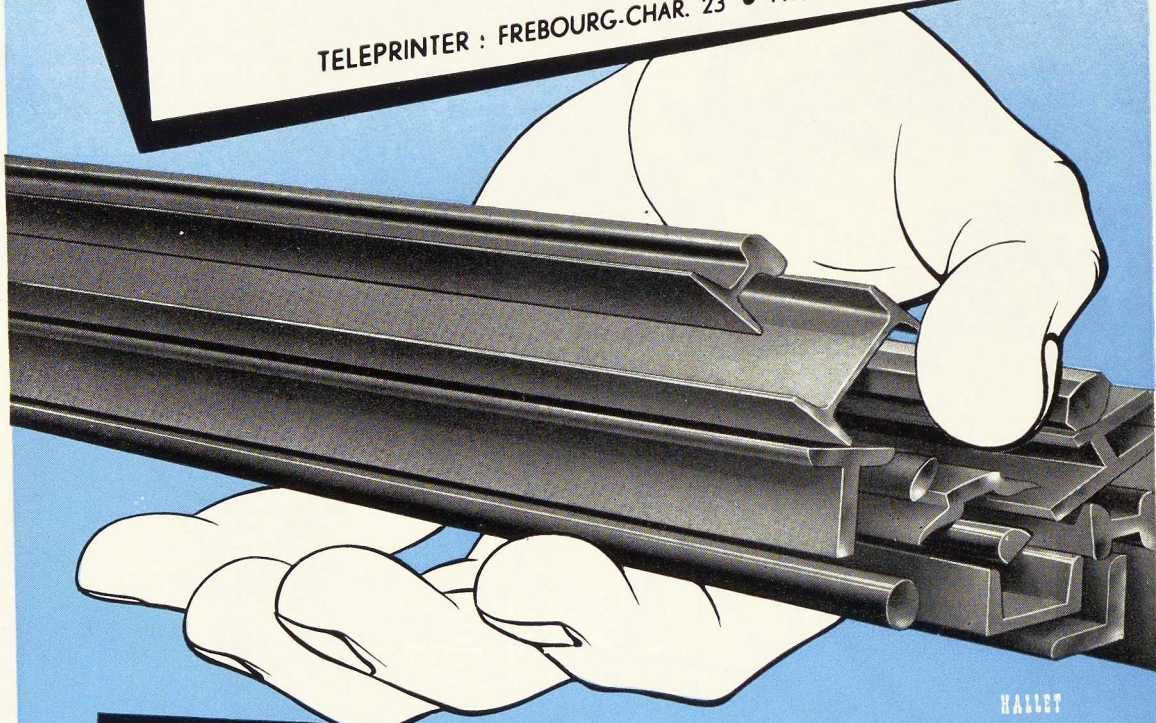
DROIT DE REPRODUCTION :

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

F R È R E - B O U R G E O I S
F O N T A I N E - L ' É V Ê Q U E

B E L G I U M

TELEPRINTER : FREBOURG-CHAR. 23 • PHONE : 82.43.93 (5 l.)



HALLEY

HIERRO Y ACERO

EISEN UND STAHL

IJZER EN STAAL

IRON AND STEEL

FER ET ACIER

EXPORT TO ALL COUNTRIES

L'OSSATURE MÉTALLIQUE

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER

19^e ANNÉE - N^o 12

DÉCEMBRE 1954



XVI^e Congrès International des Centres d'Information de l'Acier à Londres (1)

Jean Dupuis,
Président
du Comité de Direction
de l'O. T. U. A.
(France)

Utilisation des produits plats pour la fabrication d'éléments de construction et l'équipe- ment des bâtiments à étages

INTRODUCTION

L'œuvre immense qui est apparue urgente et nécessaire dès le lendemain de la libération, a, depuis, incité les spécialistes du bâtiment à rechercher de façon soutenue, et avec la plus grande application, de nouveaux procédés pouvant, à la fois, accélérer le rythme de la reconstruction, et rendre l'habitat plus confortable tout en réduisant le coût de sa réalisation.

L'organisation du chantier et la fabrication en atelier d'éléments ou d'ensembles amenés sur le chantier tout prêts à être utilisés, se sont révélés les facteurs essentiels de la solution du problème ainsi posé.

Or, l'acier est le matériau le plus adéquat à la fabrication à l'avance de ces éléments et ensembles.

La construction métallique en a toujours usé ainsi pour les ossatures et charpentes de bâtiments, de même que pour les ponts, les pylônes, etc.

La précision que l'on obtient dans l'usinage de l'acier beaucoup mieux qu'avec tout autre matériau de construction, fait que, sur le chantier, les éléments et les ensembles sont assemblés sans retouche.

De cette façon, on élimine les temps morts. On bénéficie, au surplus, de bien d'autres avantages que l'on peut résumer en quelques mots : légèreté, rapidité, contrôle, sécurité, économie.

Aussi bien, lorsqu'il s'est agi de donner une vigoureuse impulsion à la reconstruction, les recherches des constructeurs ont-elles débordé du cadre de l'ossature métallique même, pour s'intéresser à ce que, dans le langage des bâtisseurs, on nomme « remplissage », et à l'équipement du bâtiment.

(1) Voir *L'Ossature Métallique*, n^o 11-1954.

Ressources offertes par les produits plats

A cet égard, les « produits plats » ont offert de grandes ressources. La tôle est un excellent matériau de base à qui l'on peut donner facilement, par simple emboutissage, pliage ou formage, la forme désirée. Au moyen de plis judicieusement disposés, on la raidit. Bref, on peut répartir la matière au mieux des sollicitations.

Par ailleurs, les progrès obtenus dans l'élaboration des aciers et le laminage des produits plats, ont permis d'améliorer encore la qualité des tôles et des feuillards et leur homogénéité, ainsi que l'aspect de leurs surfaces.

Enfin, la mise au point des techniques de soudure, et, plus particulièrement du soudage par points, a facilité la fabrication des éléments et ensembles, ce qui a grandement contribué au succès obtenu auprès des transformateurs par les produits plats.

En 1953, la production de la tôle a atteint en France, environ 2 000 000 de t⁽¹⁾, dont la moitié en tôles minces.

La production de tôles est aujourd'hui deux fois plus forte qu'avant la deuxième guerre mondiale, mais la capacité de production est bien supérieure encore aux chiffres que nous venons d'énoncer. Cela revient à dire, qu'afin d'atteindre la pleine production de la tôle dans des conditions économiques plus avantageuses, des débouchés importants doivent être recherchés et notamment dans des grands secteurs d'activité industrielle comme le bâtiment.

Gros œuvre

Encore que le gros œuvre du bâtiment n'entre pas dans notre propos, qu'il nous soit permis de faire remarquer qu'on réalise des ossatures en tôle pliée, même pour des bâtiments à trois ou quatre étages.

D'ailleurs, la tôle est utilisée, il est vrai en forte épaisseur, pour les semelles d'appui des poteaux, les goussets, les couvre-joints, les contreventements, les cales, etc., des ossatures en laminés profilés à chaud.

On utilise également la tôle mince ou le feuillard pour fabriquer des poutrelles légères, mais nous n'y insisterons pas, tout au moins en ce qui concerne leur emploi dans l'ossature, car les organisateurs du Congrès nous ont chargés d'apporter quelques lueurs sur « le remplissage » : planchers, murs, couverture, etc., ainsi que sur l'équipement du bâtiment.

Notre tâche est difficile, car l'auditoire qui est devant nous est fort éclairé. Aussi bien, avons-nous décidé de nous en tenir sous ces rubriques à un petit nombre de nouveautés, ce qui nous donne quelque chance d'apporter ici des informations.

Les recherches que nous avons déjà évoquées, ont amené à associer à la tôle utilisée comme matériau support, apparent ou non, d'autres matériaux dont les qualités propres à l'isolation thermique ou acoustique, à l'habillage, au remplissage, etc., viennent compléter

celles de la tôle, pour constituer en définitive des éléments composites, solides, confortables, légers, faciles à entretenir et pouvant rendre des services au moins comparables à ceux obtenus avec des matériaux traditionnels.

La jonction à l'ossature en acier des éléments de remplissage verticaux en matériaux traditionnels, était auparavant délicate.

L'ossature en acier présente bien des tracés et des éléments de longueur rigoureusement précis, mais il n'en est pas toujours ainsi des éléments de remplissage traditionnels. Des calfeutremments plus ou moins heureux sont alors nécessaires — en fait, ils sont de pratique courante.

Au contraire, les panneaux de remplissage utilisant la tôle sont fabriqués en atelier avec la même précision que l'ossature métallique; ne s'agit-il pas d'usiner un même matériau : l'acier. Les assemblages, ne comportant que les jeux strictement nécessaires, assurent des joints étanches à l'air et à la pluie; le jointoyage s'en trouve singulièrement simplifié.

Dans les planchers, la tôle joue, là aussi, un rôle de support. Que ce soit sous forme de caisson ou de planche, la suppression du coffrage, la rapidité de pose, lui confèrent des avantages appréciés.

Recouverte d'une couche de faible épaisseur de béton ordinaire, ou encore de béton de pouzzolane, ou de vermiculite, l'aire ainsi réalisée peut être utilisée telle quelle, ou encore recouverte d'un matériau choisi par le maître de l'œuvre, suivant la destination des locaux.

Des fabrications récentes, telles que celles de menuiseries métalliques en tôle ou en feuillard, soumises à de sévères conditions de réception, ont gagné la faveur des usagers, grâce à leur qualités d'indéformabilité, d'étanchéité, de grande surface éclairante, etc., supérieures à celles des menuiseries en bois, et pour des prix comparables.

Il en est de même des huisseries en tôle d'acier qui sont maintenant couramment utilisées. Des escaliers à limons, marches et contremarches en tôle sont fabriqués à l'avance par volées entières. Des échelles de meunier comportant elles aussi, des marches et contremarches en tôle gaufrée ou striée.

La tôle et le feuillard conviennent à la couverture (tôle ondulée galvanisée, tôle galvanisée en feuilles ou en bandes, tôle peinte, tuiles de tôle galvanisée ou émaillée, etc.), et ses accessoires : chéneaux, gouttières, descentes d'eau, châssis à tabatière, crochets de toit, peuvent également être en tôle ou en feuillard.

De même que la tôle, on le sait, trouve un large emploi dans la maison réalisée tout entière en acier, c'est avec de la tôle que l'on réalise des ensembles d'équipement qui viennent s'intégrer dans le bâtiment.

Lorsqu'il s'agit de construction traditionnelle, le bâtiment est loin d'être terminé quand le gros œuvre est achevé. Des délais, quelquefois fort longs, s'écouleront avant que, par exemple, la cuisine, le chauffage et le sanitaire, qui nécessitent l'intervention de plusieurs corps de métiers, soient installés.

Pour obvier à cet inconvénient, un constructeur a groupé en un seul bloc l'ensemble de ces installations. Fabriqués entièrement en atelier avec de la tôle, ces

(1) Y compris la Sarre, la production a été de : 2 350 000 t en 1953.



blocs sont transportés par voie de terre ou de fer sur le lieu d'utilisation; il suffit alors de les incorporer au bâtiment en les joignant à chaque logement.

Equipement

Pour ce qui est de l'équipement du bâtiment d'habitation, les utilisations de la tôle sont bien connues.

On réalise, à l'aide de tôles formées à la plieuse, à la machine aux galets ou simplement embouties, non seulement les menuiseries et les huisseries dont nous avons déjà parlé, mais encore :

— Des cloisons mobiles qui donnent une grande liberté dans la répartition des locaux;

— Des blocs : ébrasements, bâtis, contrebâtis, portes, plinthes, arêtes murales, etc.;

— Des fermetures diverses : persiennes, rideaux en tôle ondulée ou en tôle agrafée;

— Des appareils de chauffage : radiateurs et accessoires, tablettes et cache-radiateurs, des nourrices, vases d'expansion, tampons, trappes de ramonage, tabliers de cheminées, manchettes, conduits de fumée, carters d'aérothermes, réflecteurs, etc.;

— Des appareils sanitaires : chauffe-eau, chauffe-bains, baignoires, lavabos, blocs douches, et, en général, tous les placards, éviers, etc., destinés à l'aménagement des cuisines.

Dans ce que nous appellerons le petit équipement, on utilise la tôle pour :

— Les gaines de canalisation d'eau, de gaz, d'électricité, les tubes électriques, abat-jour, réflecteurs, coffres divers, etc.;

— En quincaillerie : des serrures, cadenas, targettes, verrous, paumelles, charnières, équerres, platines, rondelles, plaques de propreté, plaques de revêtement, etc., sont en tôle.

Protection contre les agents destructeurs

Je voudrais, avant que d'en terminer, ajouter quelques mots au sujet de la protection contre la corrosion des éléments en tôle mince, utilisés dans le bâtiment.

Il est évident que l'on doit être particulièrement attentif à la protection contre la corrosion quand il s'agit d'acier employé en faible épaisseur. D'autant plus que d'aucuns ont imaginé que des détériorations causées par la corrosion pourraient, dans certains cas, entraîner une diminution telle des qualités mécaniques, que la solidité de l'ensemble serait compromise. Les vérifications faites en 1940 aux Etats-Unis par les soins du Laboratoire d'Essai de Pittsburgh, ont montré que ces imaginations sont excessives.

Quoi qu'il en soit, des précautions doivent être prises.

Les surfaces placées à l'intérieur des bâtiments, et celles situées en atmosphère confinée, sont les plus faciles à protéger.

On applique, notamment, sur le métal convenablement débarrassé des oxydes superficiels, deux ou trois couches d'enduits protecteurs, la première étant un produit inhibiteur de la corrosion.

Les surfaces extérieures, en contact avec les agents atmosphériques, ou celles susceptibles de recevoir des buées, des condensations d'eau, sont traitées par un ensemble protecteur plus complet. Par exemple, une phosphatation suivie de deux ou trois couches de vernis pour extérieurs, ou encore une métallisation légère suivie de l'application des mêmes vernis.

C'est dans les délais les plus courts, après l'élaboration des produits sidérurgiques, que de tels traitements seront pratiqués dans les conditions les plus « économiques », surtout s'ils sont continus. Il faut signaler que certains d'entre eux, sont, de plus, favorables au formage ultérieur des éléments de construction et des pièces d'équipement.

Les applications des vernis sont faites de préférence au trempé ou par pulvérisation et, s'il s'agit de pièces de faible encombrement, par emploi des procédés électrostatiques.

Les temps de séchage et de durcissement final sont accélérés par les rayons infra-rouge, ce qui permet, pour des éléments d'encombrement moyen, un travail « à la chaîne ».

*

**

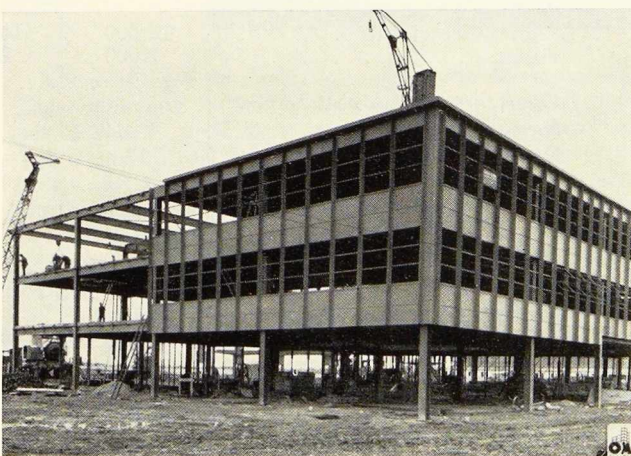
Nous assumons la fonction d'introducteur de techniciens spécialisés qui doivent vous apporter des informations sur des utilisations nouvelles de produits plats pour la fabrication d'éléments de construction et pour l'équipement des bâtiments à étages.

Je ne saurais me substituer à eux.

Je vais donc donner successivement la parole à MM. Lecomte, Directeur à la Société de Wendel & C^{ie}, Dumat, Ingénieur à l'Union sidérurgique du Nord de la France (Usinor), Mesland, Directeur de la Société Grames et Moreau, Ingénieur au Groupe Louvroil-Montbard-Aulnoye (1).

(1) Les textes complets des communications présentées par les délégués français seront publiés prochainement par l'O. T. U. A. Nos lecteurs pourront en recevoir un exemplaire sur demande adressée au C. B. L. I. A.

De larges extraits de ces communications paraîtront également dans un prochain numéro de notre revue



Sergio Descovich,
Dr.-Ing.,
Institut Sidérurgique Finsider
(Italie)

Aspects économiques de l'utilisation de l'acier à haute résistance dans la construction

INTRODUCTION

Il est fabriqué et vendu en Italie, différents types d'aciers à haute limite élastique. Les secteurs d'application dans lesquels ces aciers trouvent leur emploi principal sont la construction métallique, les constructions navales, les conduites en acier pour le méthane, les conduites d'eau en acier, les conduites forcées et les réservoirs sous pression.

Les données recueillies et se référant aux cinq dernières années, indiquées au tableau 1, donnent une idée approximative de l'importance de leur utilisation dans les différents secteurs cités plus haut.

L'avantage économique de l'introduction de ces aciers dans les différents domaines de leur application, dépend des raisons diverses que nous allons examiner séparément pour chaque secteur. Nous exposerons aussi les normes et les recommandations qui en règlent l'emploi dans chaque secteur.

SECTEURS D'APPLICATION DES ACIERS À HAUTE LIMITE ÉLASTIQUE

Constructions métalliques

L'emploi des aciers à haute limite élastique conduit à des économies de métal qui, dans certains cas, peuvent atteindre jusqu'à 30 %.

1. La généralisation de l'emploi de l'acier à haute limite élastique dans le domaine des constructions métalliques en tôles et profilés demeure assez limitée, du fait de certaines difficultés de réalisation.

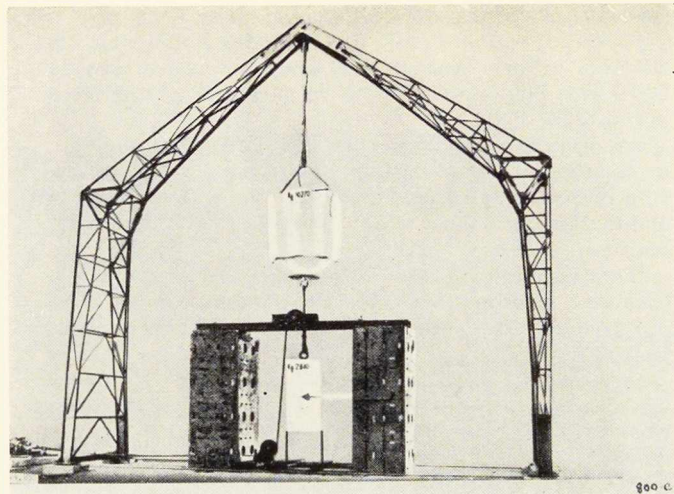
Un progrès notable a été réalisé récemment avec l'introduction d'aciers soudables à haute limite élastique, et pour cette raison, ces aciers ont pu être, en Italie aussi, utilisés sur une grande échelle dans les constructions soudées.

La presque totalité des constructions métalliques en

Tableau 1. - Chiffres indicatifs en tonnes de l'utilisation des aciers à haute limite élastique.

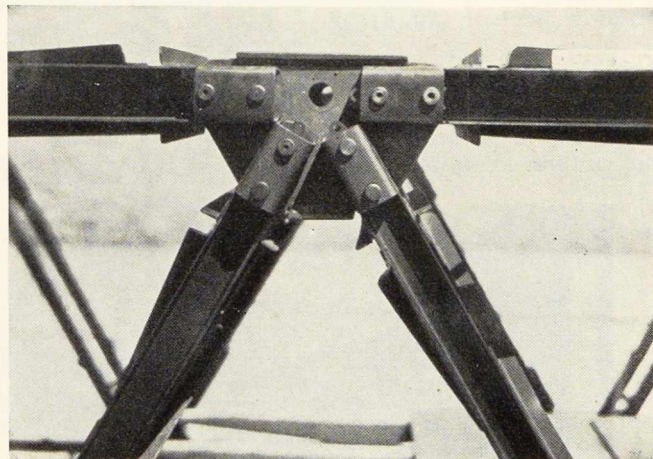
Secteur d'emploi	1949	1950	1951	1952	1953	Total
a) Construction métallique						
Profils et tôles			250	1 100	1 100	2 450
Pylônes en profilés pour lignes électriques	12 600	15 900	12 950	15 800	20 600	77 800
Tubes	2 000	2 500	3 000	4 000	9 000	20 500
b) Constructions navales						
Marine marchande	4 244	167	265	1 062	432	6 170
Marine de guerre			529	5 377	1 050	6 956
c) Conduites (pipe-line) pour le transport du méthane	30 000	30 000	40 690	40 795	51 300	192 785
d) Conduites d'eau	7 200	7 200	7 200	7 330	7 430	36 360
e) Conduites forcées, réservoirs et bouteilles sous pression	800	5 957	8 104	13 057	9 540	37 458
Total	56 844	61 724	72 988	88 521	100 452	380 479





Portique (fig. 1)

Métal : Acier ALS 1 - Charpente soudée	
Portée	8 000 mm
Hauteur	8 000 mm
Largeur maximum	2 000 mm
Poids propre	1 150 kg
Charge maximum	20 000 kg



Elément de pont léger démontable (fig. 2)

Métal : Acier ALS 3 - Construction soudée et boulonnée	
Portée	6,00 m
Largeur	2,00 m
Charge (d'une poutre appuyée aux extrémités et avec charge concentrée au milieu)	9,00 t
Poids total (à l'exclusion de l'échafaudage en bois)	450 kg

Avec des éléments de ce type on peut construire un pont ayant les caractéristiques suivantes :

Portée	20,00 m
Largeur utile	2,00 m
Charge utile (charge mobile)	2,50 t
Poids propre (sans l'échafaudage)	1 500 kg

tôles et profilés est réalisée par l'emploi d'aciers courants, tandis que l'emploi d'aciers à haute limite élastique reste limité à des cas particuliers. Nous citons ci-après quelques-uns d'entre eux.

Constructions en treillis en profilés pour pylônes électriques

A cause de la nature même des constructions en treillis, la plus grande partie de leurs éléments sont soumis exclusivement ou alternativement à des efforts de compression. Pour les éléments comprimés chargés axialement et ayant un élanement inférieur à 80 environ (limite au-dessus de laquelle tous les aciers suivent la loi d'Euler), il y a avantage à avoir une limite élastique d'autant plus élevée que la forme est moins élançée.

Dans le cas typique des pylônes électriques, dès 1938, les constructeurs italiens se trouvèrent en présence de la nécessité de réduire le poids des ossatures. Grâce à l'emploi d'acier à haute limite élastique, on a pu obtenir des réductions de poids allant jusqu'à 30 %.

Pratiquement, toutes les lignes de transmission construites en Italie avec ces procédés sont par conséquent extrêmement légères par rapport aux autres lignes; la différence est surtout frappante lorsque les lignes anciennes sont à côté des lignes nouvelles.

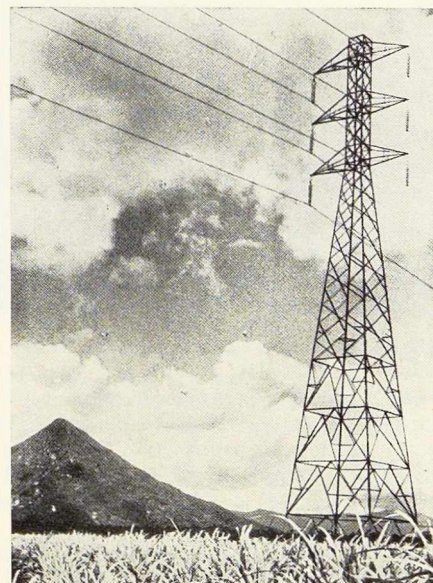


Fig. 2.

Fig. 3.

Les avantages de l'acier à haute limite élastique sont théoriquement indépendants de la forme choisie pour les éléments, mais dans la pratique, ils sont favorisés par l'emploi de sections appropriées telles que les tubes ou les cornières minces et par l'emploi de soudures ou de boulons également à hautes caractéristiques.

L'emploi combiné de montants et de boulons de cet acier avec des treillis tubulaires et quelques assemblages soudés, a rendu possible qu'un pylône projeté en Italie pour une ligne de transmission de 275 kW, résiste régulièrement à des charges identiques à celles supportées par un pylône équivalent d'une conception très osée, mais réalisé en acier courant, et qui pesait 7,8 t contre les 4,8 t du pylône correspondant en acier à haute limite élastique.

On peut affirmer que l'économie réalisée sur les lignes de transmission a été rarement influencée dans une aussi grande mesure, par tout autre facteur.

La figure 3 représente une construction type de pylônes de transmission réalisée en acier à haute limite élastique en Australie.

Charpentes tubulaires

Il est intéressant de signaler le développement important qu'a pris en Italie la construction réalisée en tubes d'acier à haute limite élastique.

On trouve, en effet, de nombreux exemples de constructions de ce genre. Il suffit de penser aux 110 lignes construites avec des antennes à treillis tubulaires, cha-

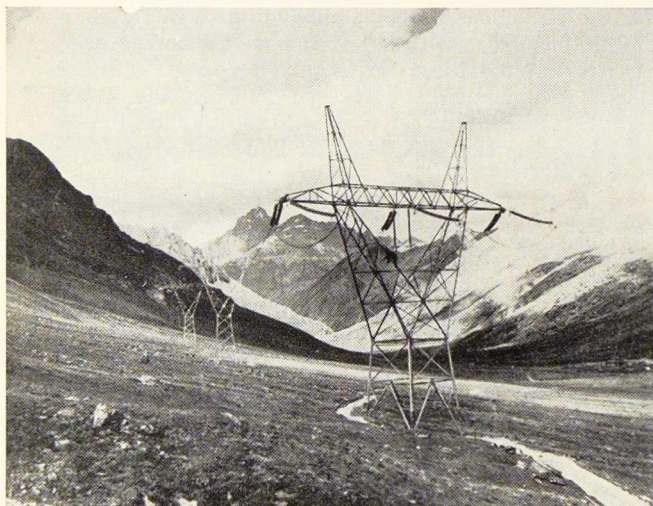


Fig. 4.

cune desquelles comportant parfois plusieurs centaines de pylônes. Quelques-unes de ces lignes de 220 kV et à un ou deux courants triphasés, sont parmi les plus hardies d'Europe, passant au-dessus d'importants cols alpins tels que le Stelvio et le Grand Paradis à une altitude de plus de 3 000 m (fig. 4). Il a parfois été possible d'obtenir une réduction de poids particulière en recourant au brevet Motor-Colombus, c'est-à-dire en remplissant les tiges principales avec du béton vibré. Les Chemins de Fer italiens ont adopté depuis plusieurs années le portique à ossature tubulaire de soutien pour les lignes de contact : cette application a absorbé plusieurs milliers de tonnes de charpente tubulaire.

Dans le domaine des poteaux simples de bâtiments, l'application en est encore à ses débuts, bien que les prévisions sous l'aspect technique soient assez bonnes (fig. 5). Très nombreux sont désormais les exemples de halls industriels de moyenne ou de grande importance, avec ou sans chemins de roulement pour grues ou ponts roulants et de grands abris pour emplois spéciaux; parmi les plus importants on peut citer la vaste toiture en arc de la piscine du « Coni » de Trieste, de 42 m de portée libre; la toiture à coupole ovale du nou-

veau Palais des Sports de Bologne, dont l'axe principal a 68 m; et l'ensemble des halls des Etablissements Dalmine à Torre Annunziata, ayant une ouverture de 24 m avec pont roulant de 24 m de portée et une force portante de 7,5 t.

Les exemples plus importants sont : la Tour du Parc de Milan, de 110 m de haut, pourvue d'un ascenseur et d'une salle belvédère, et la tour de la Télévision de Monte Mario à Rome, d'une hauteur de 132 m, construite en 1953.

Dans le domaine des engins de levage, il a été construit plusieurs dizaines de ponts roulants, avec des portées allant jusqu'à 31 m et des charges utiles jusqu'à 22 t, plus de cent grues à tour pour les travaux publics et les chantiers de bâtiments, parmi lesquelles les plus grandes du monde, de 3 t de charge, 35 m de bras et 70 m de hauteur au crochet; plusieurs derricks de chantier, des tours de forage pour installations pétrolières, etc.

Dans la construction des ponts-routes on peut citer celui sur la rivière Simeto, en Sicile, en tubes carrés et ronds (fig. 6). Ce pont, avec 51,60 m de portée entre appuis, est du type à arc sans poussée; il est complètement soudé en atelier et sur chantier.

Il existe dix grands ponts suspendus, pour la traversée de conduites, avec une portée pouvant aller jusqu'à 600 m et avec pylônes à treillis pouvant atteindre 50 m de hauteur (fig. 7).

Constructions navales

Les tôles à haute limite élastique soudables trouvent aujourd'hui un emploi tout indiqué dans les construc-

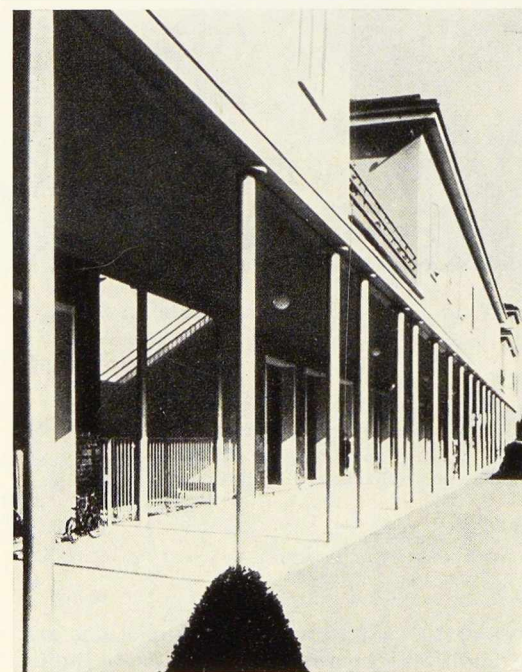


Fig. 5.



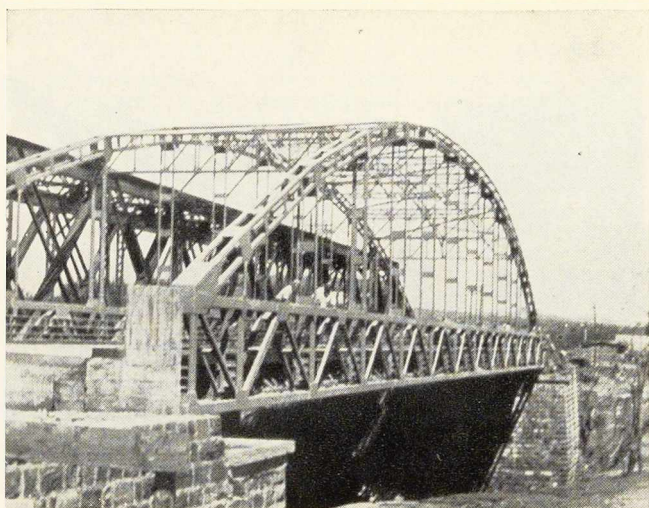


Fig. 6. ↑

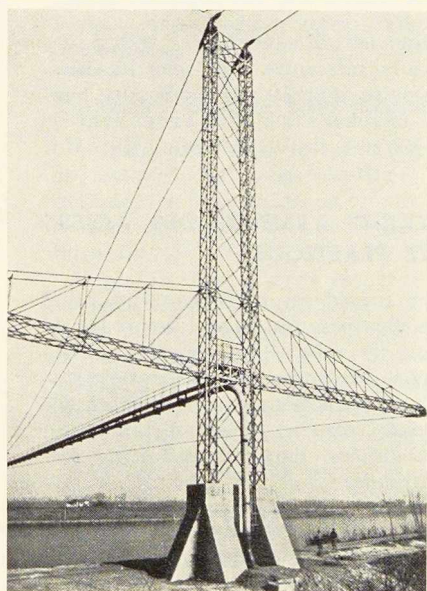


Fig. 7.

tions navales, ce qui permet de réaliser une économie d'épaisseur et par conséquent de poids.

Le premier emploi de l'acier à haute limite élastique pour les bateaux de la marine marchande a eu lieu en 1930, à l'occasion de la construction du paquebot Rex de 52 000 t. A cette occasion on fabriqua des tôles à haute résistance qui devaient être mises en place par rivetage.

Après la guerre on reprit l'emploi de métal à haute limite élastique pour différentes constructions navales nouvelles, mais les conceptions modernes de la construction soudée ont imposé l'étude d'un métal qui, à côté de caractéristiques élevées de limite élastique donne de bonnes garanties à la soudure.

Généralement l'emploi de l'acier à haute limite élastique est limité aux structures des ponts supérieurs, ce qui représente environ 10 % de l'acier de la coque d'un

bateau; cet acier a trouvé son emploi dans la construction des nouveaux transatlantiques de 25 000 t Andrea Doria, Cristoforo Colombo, Augustus et Giulio Cesare.

Conduites pour le méthane

En général, aux U. S. A., on emploie pour les pipelines de gaz et de pétrole, des aciers A et B des normes A. P. I., respectivement avec charges de rupture de 34 kg/mm² et 42,2 kg/mm² et limites élastiques minima de 21 kg/mm² et 24,6 kg/mm². En Italie on a employé déjà dans la première installation de l'important pipeline Cavaglia-Dalmine et dans celle postérieure de Contarina-Mestre, un acier à haute limite élastique. Cet acier a été utilisé également dans la fabrication des tubes pour le pipe-line Commodoro-Riva-Davia-Buenos Aires, pour lequel il a été fourni plus de 1 000 km de tubes de 10" (254 mm).

Pour démontrer l'avantage de l'emploi de cet acier, un simple calcul peut nous dire comment, en tenant compte des seules caractéristiques mécaniques, un tube d'acier à haute limite élastique pèse 89 % du poids d'un tube équivalent en acier soudé fabriqué avec $R \geq 42,2$ kg/mm² correspondant aux normes de l'*American Petroleum Institute* (A. P. I.).

L'A. P. I., en suivant une évolution naturelle et inévitable, a également codifié depuis quelque temps dans ses normes (5 LX) un acier X 52 à haute limite élastique pour conduites à haute pression, dont les caractéristiques sont les suivantes :

$E \geq 36,5$ kg/mm² (limite élastique);

$A2'' \geq 20$ %; la teneur en carbone n'est pas spécifiée.

On prévoit qu'en 1954 il en sera terminé encore 1 138 km. L'emploi total d'acier a été, pour ce premier réseau, de 224 630 t.

L'ouverture récente de nouveaux puits très riches dans la zone de Ravenne et d'Imola, la marche satisfaisante des prospections en Italie méridionale, laissent prévoir dans les prochaines années une demande constante de tubes en acier à haute limite élastique.

Conduites en acier pour eau à haute pression.

Conduites avec joints soudés

Dans la fabrication des tubes pour aqueducs, l'acier à haute limite élastique trouve un large domaine d'application. Etant donné que les tubes en acier pour conduites d'eau sont, dans tous les cas, soigneusement recouverts pour les protéger contre la corrosion, les avantages que l'on obtient en employant un acier à haute limite élastique peuvent être pleinement exploités, plus particulièrement lorsqu'il s'agit de pressions élevées. La réduction d'épaisseur qui en découle n'intervient pas au détriment de la durée de la conduite.

Ces tubes sont fabriqués dans une gamme de dimensions de 40 à 825 mm et avec épaisseurs de 3 à 7 mm.

On procéda, pendant l'année 1954, à la construction en acier à haute limite élastique, de l'aqueduc de Antofagasta (Chili) de 18 000 t.

Conduites forcées

Le développement de la technique constructive de ces dernières années dans le domaine des conduites for-

cées, s'est orienté, d'un côté, vers l'emploi des soudures manuelles ou automatiques, et de l'autre, vers l'emploi d'aciers à haute limite élastique soudables.

On a introduit, en outre, les procédés de l'auto-frettage et surpressage, qui ont permis d'apporter un dernier relèvement des caractéristiques de résistance des éléments des conduites, tout en apportant des résultats d'ordre économique et technique.

Les éléments pour conduites forcées sont produits couramment dans les principaux types suivants : tubes simples soudés; tubes surpressés; tubes autofrettés; tubes autofrettés et surpressés (fig. 8).

Dans les tubes autofrettés et surpressés l'action de la pression hydraulique intérieure d'autofrettage est poussée jusqu'au point de provoquer un degré limité de déformation plastique aussi sur les couches intérieures du métal des frettes.

Pour se rendre compte des exigences de qualité qui sont imposées aux aciers employés dans la construction des conduites forcées, il suffit de penser que chaque élément de tube est monté par soudure manuelle à arc, après que le métal a déjà subi les traitements thermiques et mécaniques indiqués ci-dessus.

Réservoirs sous pression

L'application des aciers à haute limite élastique dans le domaine de la construction des grands réservoirs sous pression pour l'emmagasinage des hydrocarbures et des gaz liquides ou dissous offre des possibilités exceptionnelles.

L'emploi des aciers à haute limite élastique permet déjà une importante réduction des épaisseurs dans la construction des réservoirs pour gaz comprimés, liquéfiés ou dissous, tant pour les installations fixes que pour les transports par wagons, camions, bateaux, etc. (fig. 9).

La réduction d'épaisseur dans ce type de construction s'avère en effet, en première approximation, proportionnelle à la limite élastique. La fabrication des réservoirs sous pression tant pour les installations fixes, que pour le transport des gaz comprimés, trouve donc un auxiliaire naturel dans l'acier à limite élastique élevée.



Fig. 8.

Le tableau 2 indique les caractéristiques techniques de quelques importants réservoirs pour gaz liquifiés.

Une mention sommaire doit être réservée aux bonbonnes, réservoirs et récipients, obtenus en partant de tubes sans soudure à haute limite élastique (fig. 10).

NORMES QUI RÉGENT L'EMPLOI DES ACIERS À HAUTE LIMITE ÉLASTIQUE

Dans le paragraphe précédent, nous avons examiné les différents secteurs d'emploi des aciers à haute limite élastique, en exposant les raisons qui rendent économiquement avantageuse l'introduction de ces aciers.

A la suite de cette introduction, des normes et des recommandations d'emploi sont en cours d'élaboration depuis ces dernières années, dans les différents secteurs que nous examinons.

On a essayé de résumer dans les pages qui suivent, les critères qui inspirent dans les secteurs respectifs, l'application de ces normes et de ces recommandations.

Tableau 2.

	COF 3 A'	COF 6	COF 6				SELCO 53	SELCO 48
Capacité m ³	74,4	80	50	100	80	110	22	250
Fluide contenu . . .	Propane	Propane	Propane	Propane	Propane	Propane	Propane	Butane
Diamètre extérieur mm	2 800	2 400	2 650	2 800	2 400	2 634	1 900	5 300
Longueur totale mm	13 292	19 488	10 300	17 500	19 480	22 440	8 150	13 300
Épaisseur des parois mm	15	20	18	19	16	17	12	25
Pression de service kg/cm ²	18	20	25	25	21	18	18	8
Pression d'essai kg/cm ²	23	25	31,25	31,25	27,25	30	30	12
Poids du marteau kg	10 798	20 045	8 884	19 138	15 952	21 708	4 150	25 400
Poids total avec accessoires kg	14 350	24 100	12 639	23 480	19 000	25 470	—	—
Client	Butan gaz	A. P. I.	Montecat.	Montecat.	Liquig.	Stanio	—	—

Charpente

Il n'existe pas de cahiers des charges spéciaux concernant l'emploi et la réception des ouvrages à charpente en acier à haute limite élastique.

Toutefois, les « Instructions pour le calcul, l'exécution et la manutention des constructions métalliques » du Conseil national des Recherches contiennent quelques allusions à ce sujet.

En effet, après avoir défini comme étant à haute limite élastique un acier qui a un rapport $\frac{E}{R} = \frac{2}{3}$ il est prescrit une contrainte admissible $K_{am} = 0,55$ de la limite élastique.

La réception en usine des aciers à utiliser pour les charpentes comporte le contrôle de l'analyse chimique et des caractéristiques mécaniques.

Constructions navales

Actuellement l'emploi des aciers soudables à haute limite élastique est prévu dans les normes en vigueur émises par le Registre naval italien et le *Lloyd Register of Shipping*.

Conduites en acier pour méthane

Le cahier des charges selon lequel sont réceptionnés et acceptés les tubes destinés aux conduites pour méthane a été établi de commun accord entre les sociétés qui ont réalisé le réseau de distribution et les fabricants de tubes.

Ce cahier des charges standard établit tout d'abord les caractéristiques chimiques de l'acier qui doit être calmé au Si, soudable, avoir une teneur en C $\leq 0,30$ % et les impuretés de P et S limitées respectivement à 0,04 % et 0,05 %. Il fixe également les modalités de prélèvement des échantillons pour les analyses de contrôle et pour les essais mécaniques.

Les caractéristiques mécaniques sont fixées comme suit :

- Limite de rupture : 55 kg/mm²;
- Limite élastique : 34 kg/mm²;
- Allongement minimum $A_{p,5}$: 18 %.

Tous les tubes sans distinction sont réceptionnés hydrauliquement en usine.

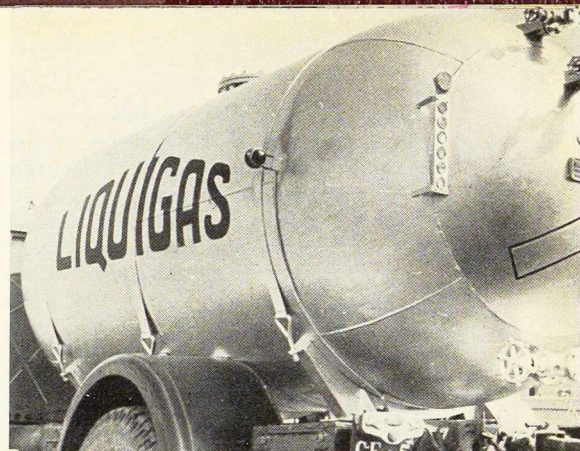
Tous les tubes sur lesquels se manifestent des fuites, ruptures ou déformations permanentes, sont rebutés.

Un élément essentiel pour le calcul d'un tronçon de la conduite de gaz méthane, est celui qui consiste à déterminer le diamètre et l'épaisseur les plus économiques; ces éléments résultent de formules mathématiques en fonction de la portée, des pressions et de la longueur.

Aqueducs à haute pression en acier

Dans le cas des aqueducs construits avec des tubes sans soudure en acier à haute limite élastique, en général, outre la réception usuelle sur le métal pour en contrôler l'analyse et les caractéristiques mécaniques, tous les tubes sont réceptionnés en usine, sous une

Fig. 9.



pression hydraulique qui engendre des forces ne dépassant pas les deux tiers de la limite élastique.

Conduites forcées

Le projet de norme actuellement déposé auprès du Anidel représente la tentative la plus avancée de réglementation de l'étude des conduites forcées.

Les contraintes admissibles s'établissent par rapport à la limite élastique, en fixant un rapport $\frac{E}{K_{am}} = 2,5$ et en tenant compte aussi du rapport entre la limite élastique et la charge de rupture, qui doit être $\leq 0,7$.

Toutefois, pour l'installation des conduites particulièrement favorable et pour des conditions spéciales de garantie offertes par les métaux employés, par les procédés constructifs et par les opérations de contrôle, il est permis d'adopter les rapports suivants :

$$\frac{E}{K_{am}} = 2,00 \text{ à } 2,20 \quad \frac{E}{R} = 0,80 \text{ à } 0,90 .$$

Réservoirs sous pression

Les normes actuellement en vigueur sont celles émises par la A. N. C. C.; elles remontent à 1927.

La contrainte admissible K_{am} , est établie en se référant à la charge de rupture et les coefficients de sécurité varient de 4,5 à 5 pour les corps et de 5 à 6 pour les fonds.

En 1949, une nouvelle réglementation a été proposée par l'A. N. C. C.; celle-ci est limitée aux grands réservoirs fixes, construits en aciers spéciaux, et contenant des gaz de pétrole légers à la température ambiante.

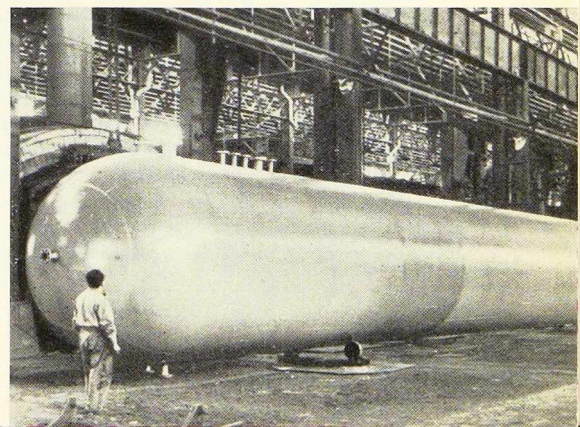


Fig. 10.

H. Shirley Smith,
O. B. E., M. Inst. C. E.,
M. Am. Soc. C. E., D. I. C.,
B. Sc., A. C. G. I.
(Grande-Bretagne)

Aspects économiques d'un pont-route sur le Forth

Introduction

Le golfe de Forth forme un tel obstacle au trafic, que les premières études en vue de la construction d'un pont remontent à plus de 136 ans. En 1881, le projet pour un pont-rail en cantilever, étudié par John Fowler et Benjamin Baker, fut adopté pour un prix estimé de £ 1 600 000. Neuf ans plus tard ce pont était terminé.

La succession de grandes travées équilibrées, d'une portée de 521 m chacune, s'étendant en travers de l'eau, donne au pont un aspect de grande résistance et de stabilité. Cependant, parmi ses nombreuses caractéristiques marquantes, celle qui peut-être nous intéresse le plus, réside dans le fait que ce fut le premier pont ferroviaire de grande portée, construit en acier et non en fer.

Dans une conférence faite à l'époque, Benjamin Baker disait notamment (1) : « Le matériau utilisé pour tout l'ensemble est l'acier Siemens de la plus belle qualité, fabriqué aux Acieries de la Steel Co à Glasgow et à Landore. Quoiqu'une fois et demie plus fort que le fer, cet acier est tenace et ductile comme le cuivre et absolument pas cassant comme on le croit généralement de l'acier. On peut plier des tôles de 12 mm d'épaisseur comme un journal et faire des nœuds dans les barres à rivets comme dans une corde ».

La spécification pour l'acier en compression était de 53,5 à 58,3 kg/mm², avec 17 % d'allongement, et pour l'acier en traction, de 47,2 à 52,0 kg/mm², avec 20 % d'allongement. Ces chiffres peuvent se comparer favorablement avec les normes des aciers modernes BSS 15 (1948). Cependant, les taux de travail adoptés par Baker étaient nettement inférieurs à ceux que nous utiliserions aujourd'hui; un examen des principaux éléments montre peu de signes de corrosion et il n'y a aucune raison de suspecter toute autre raison de détérioration de l'acier.

Les tabliers des ponts ferroviaires souffrent plus des effets de chocs, d'usure et de détérioration que les poutres principales, et en 1914-1920, il devint nécessaire de renforcer le tablier du pont du Forth. Ce travail (2), qui impliquait l'enlèvement de 2 400 t de la vieille construction ainsi que la fourniture et le montage de 3 212 t d'éléments nouveaux, fut réalisé pour un prix total de £ 147 299.

Les appuis qui doivent permettre la dilatation et pourvoir aux variations de longueur déterminées par les changements de température, sont une des parties les

plus vulnérables à la corrosion, et en 1946-1947 ces appuis furent remplacés pour un prix de £ 94 442.

Construction tubulaire

Un des aspects de la réalisation du pont du Forth est la construction des principaux éléments comprimés en montants tubulaires, dont quelques uns ont plus de 90 m de long. Le diamètre maximum est de 3,65 m avec une épaisseur de 31,8 mm. La section circulaire est évidemment la plus efficace pour ces éléments, mais reste rarement adoptée, car la pratique des ateliers modernes de construction est de fabriquer des sections rectangulaires à faces planes et à angles droits.

Pour le pont du Forth, plus de 67 km de tôles furent emboutis à chaud à la presse hydraulique et reçurent, après refroidissement, un dressage. Ces tôles furent ensuite montées pièce par pièce sur le pont, au moyen de ponts-roulants de 1 500 kg et assemblées à l'aide de machines à river hydrauliques conçues par William Arrol.

Ces méthodes, plus proches de la construction navale que de la construction de ponts telle que nous la connaissons actuellement, furent adoptées sans aucun doute grâce à l'abondance de la main-d'œuvre qualifiée disponible sur les chantiers navals. La pratique moderne de construction de ponts consiste naturellement à assembler, au montage, de grands ensembles exécutés à l'atelier.

Un développement marqué dans la construction tubulaire s'est produit récemment surtout dans les pays d'Europe continentale. S'il n'y a pas à présent, de réalisations comparables en importance au pont de Forth, il existe de nombreux ponts de faible portée et quelques bâtiments remarquables.

L'exemple le plus frappant est peut être celui de la flèche de 86 m en acier à haute résistance, entièrement soudée, de la dragline roulante W 1 400 de 50 t de capacité, réalisée il y a quelques années en Grande-Bretagne (1).

Nécessité d'un pont-route

L'importante augmentation du trafic automobile de ces dernières années, a accentué encore la nécessité d'un pont-route venant compléter le pont ferroviaire sur l'estuaire du Forth, et un plan pour un pont suspendu

(1) Conférence faite à la Royal Institution en mai 1887.
(2) W. A. FRASER, Proc. Inst. C. E., juin 1923

(1) Voir *L'Ossature Métallique*, no 3-1952



de 1 067 m de portée, a été approuvé en 1947, mais l'ouvrage n'a jamais été commencé à cause du manque de crédits.

Jusqu'à ce qu'un tel pont soit construit, le trafic routier doit, soit utiliser le « ferry » de Queensferry (toutes les 30 min), souvent interrompu par mauvais temps, soit faire un détour pour emprunter le pont de Kincardine ⁽¹⁾. Ce pont, qui fut terminé en 1936 et a coûté £ 322 500, se trouve à 22 km à l'ouest. Avant qu'il ne soit ouvert à la circulation, le pont le plus proche pour traverser le Forth se trouvait à Stirling, à 24 km plus à l'ouest.

Le pont suspendu proposé, qui comporterait 4 voies de 3,65 m (12') de large, serait placé à côté du pont du Forth existant. Son prix de revient est estimé à £ 9 750 000, travaux de raccordement au réseau routier inclus, sur la base d'une durée de construction de 8 ans.

Il n'est pas surprenant que des plans aient été proposés de temps à autre pour l'adjonction d'un pont-route au pont-rail du Forth. Ils trouvaient leur justification dans le fait que le pont du Forth a été conçu, compte tenu du désastre du pont de la Tay, pour résister à l'extraordinaire haute pression du vent de 273 kg par m² sur toutes ses parties. La pratique moderne, basée sur des années de recherches et d'expérience, permet une réduction considérable de cette pression, si bien, qu'en dépit du poids plus élevé du trafic ferroviaire, il doit y avoir une marge appréciable de charge disponible dans l'ouvrage.

Le projet le plus récent suggérait que l'emploi d'alliages légers, tel que l'aluminium, rendrait possible le remplacement de la plus grande partie du tablier existant pour le chemin de fer et le viaduc, et d'adjoindre également un pont-route supérieur, sans dépasser d'une façon notable les cotes de charge prévues à l'origine. Ce n'est pas le rôle de la présente communication de rouvrir ce débat, mais elle attire l'attention sur cette question.

Les principaux attraits de l'emploi des alliages d'aluminium sont qu'ils peuvent être produits pour une charge de travail voisine de celle de l'acier doux, ou 2/3 de celle de l'acier à haute résistance, et qu'ils n'ont environ qu'un tiers du poids spécifique de l'acier.

Un autre avantage est leur haute résistance à la corrosion atmosphérique. Cependant, le fait que le module d'élasticité n'est seulement que le 1/3 de celui de l'acier, d'une part, et que l'alliage est particulièrement sensible aux attaques électro-chimiques quand il se trouve en contact avec d'autres métaux, d'autre part, sont deux inconvénients sérieux.

On fait maintenant des rivets en alliages d'aluminium qui peuvent être posés à froid (jusqu'à 16 mm Ø) ou à chaud (plus grands diamètres), mais il n'existe encore que peu d'expérience sur le comportement d'ouvrages ainsi rivés, sous des conditions d'emploi courant. Le soudage des alliages d'aluminium a également fait des progrès considérables, mais son développement dépendra des moyens à trouver pour prévenir toute détérioration du métal de base, au voisinage de la soudure. Ainsi, le soudage des alliages d'aluminium

deviendra finalement sans aucun doute de première importance, mais doit donner lieu à d'autres applications avant de pouvoir être utilisé en toute confiance dans un pont important. D'autre part, une somme d'expériences existe sur l'assemblage des ouvrages en acier à haute résistance par rivets également à haute résistance, et par soudage, et ces deux méthodes sont adoptées de nos jours en toute tranquillité.

Si on prend en considération tous les facteurs ci-dessus, on obtient beaucoup moins de gain de poids, pour la construction de ponts, en utilisant les alliages légers, qu'on ne pourrait l'envisager à première vue. La forme la plus légère de tablier utilisée dans les ponts modernes est connue sous le nom de « battle-deck » et consiste en une tôle nervurée sur laquelle on place directement la surface portante de la chaussée. Le calcul montre qu'un tel tablier, conçu en acier à haute résistance entièrement soudé, ne pèse que de 30 à 50 % de plus qu'un tablier en alliage d'aluminium rivé. Pour les poutres principales d'un pont, on ne peut pas s'attendre à ce que le gain proportionnel de poids par l'emploi d'alliage d'aluminium soit plus élevé.

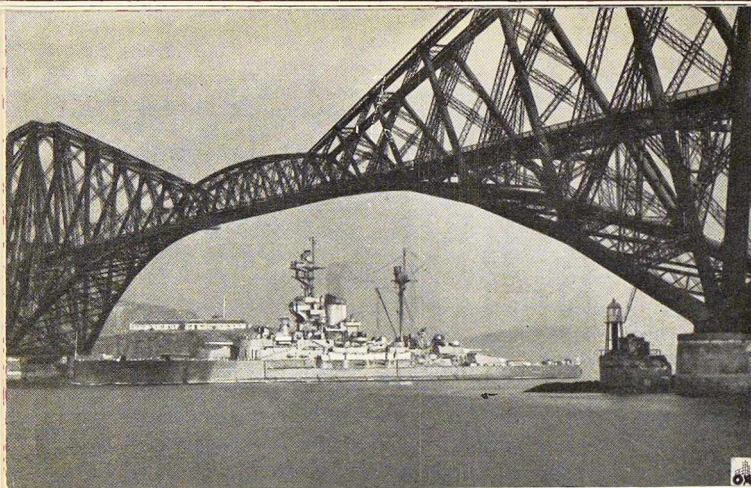
Les prix de revient sont maintenant d'environ £ 300 la tonne pour les alliages courants d'aluminium, et d'environ £ 450 à £ 600 par tonne pour les produits usinés. Aussi longtemps que le prix à la tonne des alliages d'aluminium restera cinq ou six fois plus élevé que celui des profilés d'acier, leur emploi ne pourra être économique.

De toute façon, il est difficile de voir comment les alliages légers apporteront une économie dans la réalisation d'un pont suspendu à grande portée, tel que celui nécessaire pour le pont-route du Forth. Car, dans un pont suspendu, le principal élément porteur est le câble, constitué normalement de fils d'acier à haute résistance étirés à froid. Il pourrait, à la rigueur, être fait de tiges d'alliage d'aluminium, mais l'avantage serait nul, car le rapport résistance-poids des câbles d'acier à haute résistance est encore plus élevé que celui des alliages légers de construction.

Il n'est pas non plus évident, pour un pont suspendu, que gagner du poids tende nécessairement à l'économie. Une réduction de poids conduirait à des câbles plus petits, mais ceux-ci apporteraient une plus grande flexibilité du pont, et, en conséquence, des poutres de rigidité plus lourdes seraient nécessaires. Il est exact qu'on pourrait gagner du poids en utilisant un alliage d'aluminium pour les pylônes, mais comme ceux-ci reposent directement sur les piles, il n'y aurait aucun gain intéressant dans le reste de la superstructure.

On suggère quelque fois que la légèreté de l'alliage d'aluminium en fait un matériau propre à l'emploi dans les ponts basculants; il a été utilisé récemment dans le nouveau pont aux Sunderland Docks et au pont basculant St-Clément à Aberdeen. Toutefois, si l'on tient compte du fait que les portées basculantes de tels ponts sont contrebalancées et que la puissance des moteurs de manœuvre est calculée pour lever la bascule en fonction de la pression du vent, il est évident

(1) John Gulhrrie Broux, *Jnl. Inst. C. E.*, avril 1937.



que l'emploi de l'aluminium ne présente aucun avantage notable. Dans les ponts fixes, à simple portée, cantilever ou en arc, le gain de poids obtenu par l'emploi d'alliages légers est contrebalancé de loin par l'augmentation du prix de revient à la tonne du matériau. C'est la raison pour laquelle, en fait, de tels ponts n'ont pas été construits, sauf dans quelques circonstances inhabituelles.

Financement du projet

Il n'est peut-être pas inutile d'examiner les problèmes des ponts de grande portée en tant que projets autofinancés. Evidemment, dans un tel système, un péage est perçu sur tout le trafic utilisant le pont. Les fonds nécessaires à la construction sont réunis par la vente d'obligations de la « Toll Bridge Authority » (Administration de ponts à péage) à des organismes financiers privés. Dans le cas du Pont de la Porte d'Or, en Californie, le capital était garanti par le revenu des péages perçus et des valeurs immobilières de la ville de San Francisco.

Les obligations devaient être remboursées en 40 ans grâce aux revenus des péages et l'Etat pouvait ensuite prendre en charge le pont qui devenait libre.

Ce système a permis de construire à San Francisco deux des plus grands ponts du monde en même temps (1933-1937), pour un prix de revient total de 96 millions de \$ (environ 20 millions de £).

Utilisé pour permettre la construction de presque tous les grands ponts modernes en Amérique, le système de péage a également été adopté avec succès pour

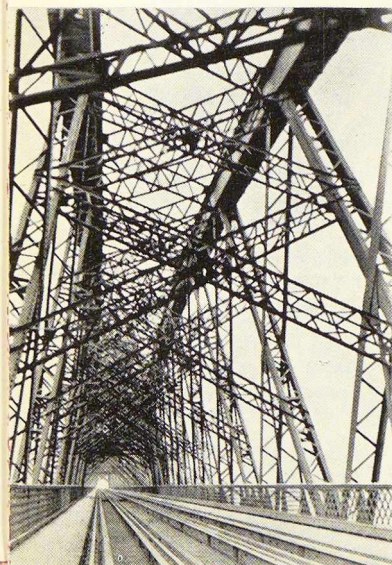


Fig. 11. Vue d'enfilade du pont du Forth.

Fig. 12. Pont du Forth en Ecosse, construit par les ingénieurs Sir John Fowler et Benjamin Baker, il y a 65 ans. La longueur de ce célèbre ouvrage d'art atteint 1 630 m.

Photo Acme.

le pont du port de Sydney qui, autrement, n'aurait pu être réalisé; on se propose de l'adopter pour le nouveau pont à construire au port d'Auckland en Nouvelle Zélande.

Il est exact que la perception des péages est une gêne, mais bien moins incommode que d'avoir à utiliser un « ferry » et, bien organisée, ne détermine pas de retard appréciable au trafic. L'expérience montre qu'un bureau de péage peut desservir environ 350 véhicules par heure, si bien que pour deux bureaux par voie de trafic, ce qui est la pratique courante, les voitures peuvent traverser à raison d'une toutes les 5 sec par voie. De plus, sur le pont de Sydney, le montant à payer n'est que 6 pences par voiture et de 3 pences par passager, ce qui est nettement inférieur au droit de passage sur un « ferry ».

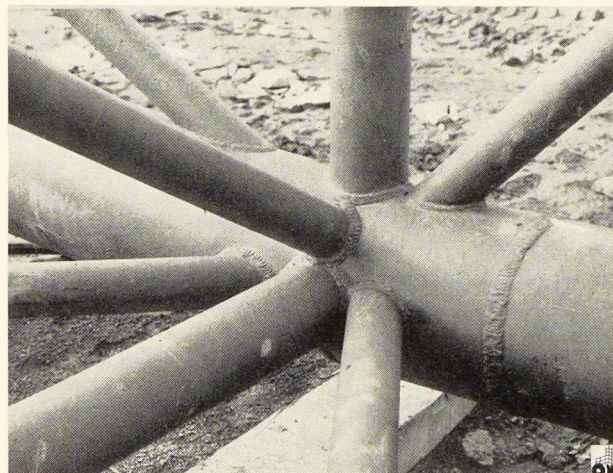
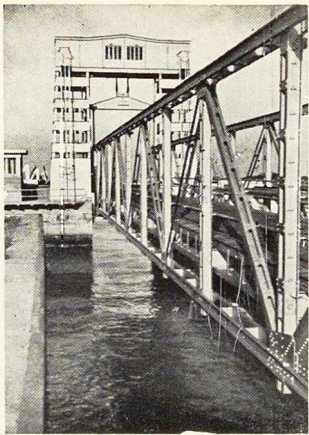


Fig. 13. Nœud tubulaire soudé de la dragline W 1400. Document *Stewarts & Lloyds*. — Photo R. A. J. Edwards.

En Grande-Bretagne, le financement de nouveaux ponts sous forme de projets autofinancés n'est malheureusement pas autorisé. Il en résulte que des ponts-routes à grande portée dont le besoin est pressant, comme ceux proposés pour la traversée de la Severn, de l'Humber et du Forth, ont dû être abandonnés jusqu'à ce que des fonds du Gouvernement puissent être réservés à cet effet. Ceci a pour résultat que pas un seul pont-route à grande portée n'a encore été construit dans ce pays. Il semble cependant que l'opinion officielle devient plus favorable aux ponts à péage et qu'avant longtemps des ponts dont l'exécution fut retardée pour des raisons budgétaires seront construits en Grande-Bretagne en utilisant ce système de financement.

H. S. S.



Voyage d'études du Groupement belge de l'A. I. P. C.

Le Groupement Belge de l'Association Internationale des Ponts et Charpentes a organisé en septembre dernier un voyage d'études, au cours duquel les participants ont visité une série d'ouvrages d'art et de constructions industrielles.

Parti de Liège, la caravane s'est dirigée vers Charleroi en passant par Namur. L'étape suivante a amené les membres de l'A. I. P. C. à Ostende après avoir visité les ponts du canal de Nimy-Blaton et le Pont de Fer à Tournai. La seconde partie du voyage avait pour théâtre Ostende, Gand et Melsbroek.

Les participants à ce premier voyage se sont déclarés enchantés de leur périple et ont pris un vif intérêt à cette tournée.

On trouvera ci-après de brèves notes sur les ouvrages visités.

Pont Maghin

Le pont Maghin à Liège est un ouvrage en béton précontraint d'une longueur totale de 141,80 m. La travée centrale de l'ouvrage (en cantilever) a une portée de 65 m. Les poutres en caisson, ont une hauteur de 1,40 m. Le pont a été construit par les Entreprises Blaton-Aubert sous la direction de M. A. Joachim, Chef du Service de la Voirie de la Ville de Liège.

Pont du Val-Benoît (1)

Le pont du Val-Benoît sur la Meuse à Liège est un pont-rail en poutres à âme pleine. Les trois travées centrales de 50 m d'ouverture entre appuis sont composées

(1) Voir *L'Ossature Métallique*, no 2-1951.

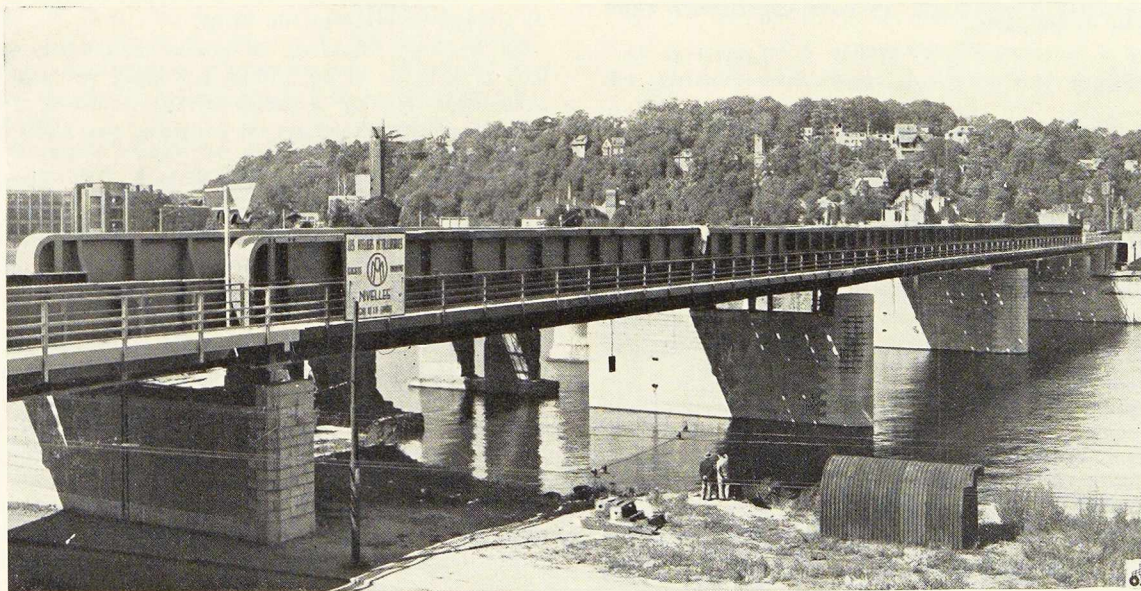


Fig. 2. Pont-rail du Val-Benoît franchissant la Meuse à Liège.

Photo Jacoby.

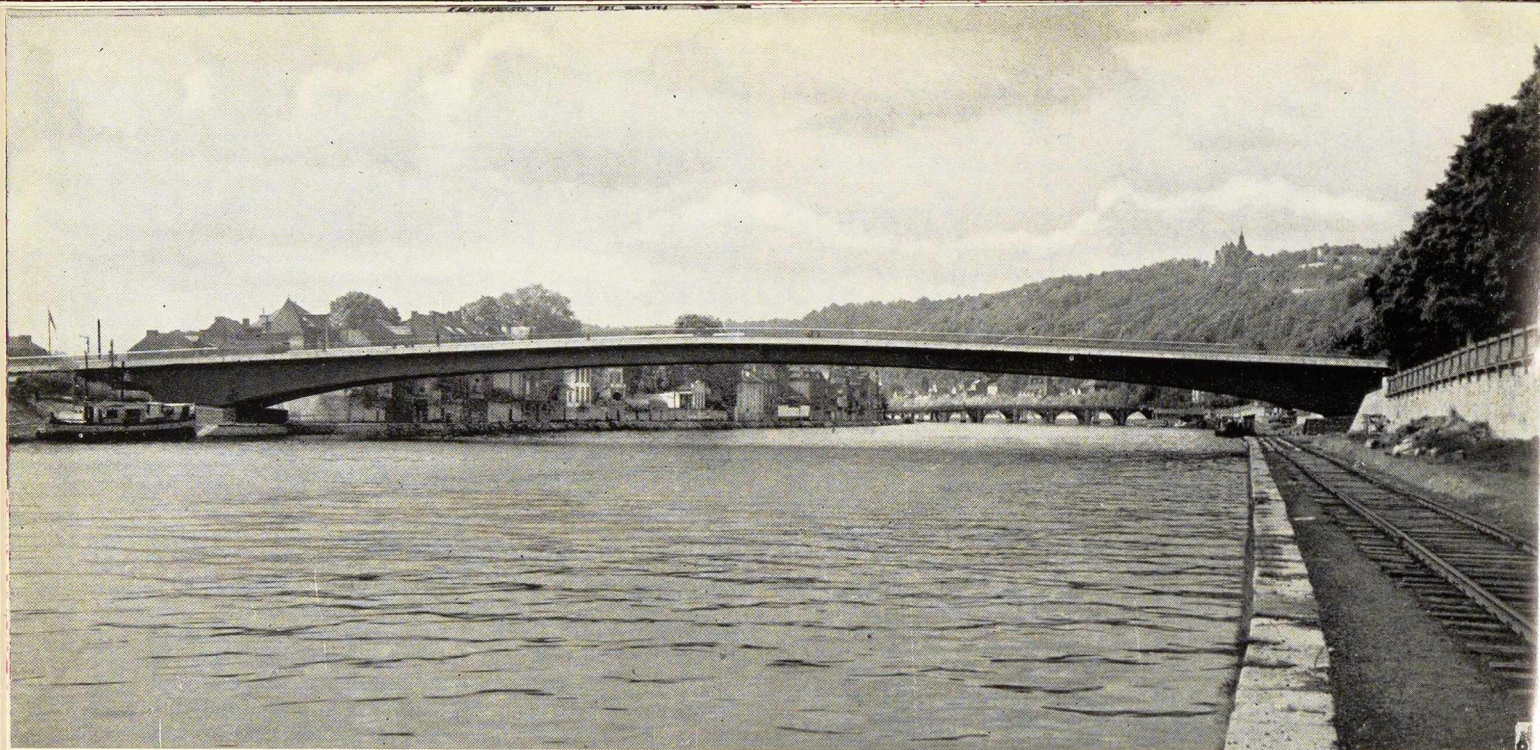


Fig. 3. Pont des Ardennes sur la Meuse à Namur.

Photo H. Piron.

de deux poutres principales pleines continues, supportant un tablier de pièces de pont et longrines sous deux voies ferrées. Les poutres principales ont dans leur ensemble une âme de 3,75 m de hauteur. La superstructure d'un tonnage de 2 000 t a été exécutée par la S. A. Les Ateliers Métallurgiques de Nivelles. Le projet du pont du Val-Benoît a été établi par le Service des Ouvrages d'Art de la S. N. C. B. sous la direction du professeur R. Desprets.

Pont d'Engis

Le pont d'Engis est un pont en béton armé du type Bowstring. L'ouvrage comporte 3 travées de 46,50 m de portée chacune. Le tablier livre passage à une chaussée de 7 m et à deux trottoirs de 2,50 m.

Le tirant métallique est constitué par 4 plats de 500×25 mm, il est solidaire du béton aux extrémités.

Le pont d'Engis a été construit par la S. A. Trabeka.

Pont de Sclayn (1)

Le pont de Sclayn est un ouvrage continu en béton précontraint d'une longueur totale de 130 m. Le pont franchit la Meuse en 2 travées de 65 m, encastrées sur la pile centrale. Les poutres à triple caisson, sont armées de 1 728 fils en acier à haute résistance.

Le pont de Sclayn dont le projet est l'œuvre de M. A. Birguer, Ingénieur-Conseil, a été construit par la S. A. Bleton-Aubert.

La S. A. Travhydro a été chargée de l'exécution du cintre tubulaire destiné à supporter le coffrage (2).

Pont des Ardennes (3)

Le nouveau pont sur la Meuse à Namur dénommé Pont des Ardennes constitue un ouvrage d'art important. C'est la première fois que la Meuse est franchie par un pont d'une seule portée.

La distance d'axe en axe des appuis centraux est de 138 m; la distance de l'axe de l'appui central à l'axe de l'appui extrême est de 24 m.

La hauteur totale de la poutre métallique est de 2,30 m à la clé et de 6,10 m à l'appui principal.

Le poids total de la partie métallique est de 2 900 t. Chaque massif d'ancrage est constitué par 2 500 m³ de béton.

Le pont a été construit par la S. A. des Ateliers de Jambes-Namur (superstructure métallique) et la S. A. d'Entreprises anc. Dumon et Vander Vin (fondations et travaux du génie civil) sous la direction de M. Ch. Botton, Ingénieur en Chef, Directeur des Ponts et Chaussées à Namur.

Le pont des Ardennes constitue certainement une réussite technique.

Sa silhouette élégante s'harmonise parfaitement avec le beau site mosan dont il fait partie. Peut-être pourrait-on regretter la couleur grise de sa peinture qui le fait ressembler de loin à un ouvrage en béton. Une tonalité vert-eau aurait été très vraisemblablement d'un effet plus heureux pour un pont métallique.

(1) Voir *Les Annales des Travaux Publics de Belgique*, nos 2 et 4-1950 et *Travaux*, Mai 1950.

(2) Voir *L'Ossature Métallique*, no 7/8-1950.

(3) Voir *L'Ossature Métallique*, no 7/8-1954.

Fig. 4. Poutres en treillis constituant le système portant du Palais des Expositions à Charleroi.

Photo Malevez.

Palais des Expositions de Charleroi (1)

Le nouveau Palais des Expositions de Charleroi œuvre de Jos. André, Architecte, est un vaste ensemble conçu sur trois hauteurs d'étage.

Le premier est consacré aux installations des sous-sols, de la chaufferie et des garages.

Le second est utilisé pour la partie inférieure des halls, le troisième qui comporte l'entrée principale, est le plus vaste.

Ces deux étages comprennent un hall de 80×120 m à droite, et un hall de 60×100 m à gauche. Les deux halls sont reliés par un vaste dégagement qui donne à la fois accès à la partie basse et à la partie haute des halls, au buffet et aux locaux annexes de l'Administration.

La construction est portée par une ossature en béton armé pour les deux étages inférieurs et par une ossature en acier pour le rez-de-chaussée supérieur; les charpentes du type Robert et Musette sont conçues en sheds et ont des portées atteignant 60 m. Cette portée est imposée par le hall de gauche du rez-de-chaussée qui n'a pas de colonnes intérieures, en vue de permettre diverses manifestations importantes, telles que : expositions, fancy-fairs, compétitions sportives, etc.

Le vaste Palais des Expositions de Charleroi a été réalisé par M. André, architecte, en collaboration avec le Bureau d'Etudes L. M. Chapeaux (Ingénieur-Conseil pour l'ensemble), le Bureau d'Etudes Robert et Musette (charpente métallique), la S. A. des Entreprises Van Rymenant et les Ateliers Métallurgiques de Nivelles (Division de la Sambre), etc.

Pont de Nimy-Maisières (2)

Situé près du point d'arrêt de Nimy-Maisières en direction de Mons, au-dessus du canal du Centre, ce pont est un ouvrage métallique de 60 m de portée. Les poutres-maîtresses d'une hauteur théorique de 8 m, ont des treillis à losanges de 7,50 m de largeur en 8 panneaux.

La charpente comprend également des fermes de contreventement. La superstructure métallique a été construite par la S. A. des Ateliers Métallurgiques de Nivelles, les maçonneries ont été exécutées par la Société Socol.

Ponts sur le Canal de Nimy-Blaton (3)

Le Canal de Nimy-Blaton comprend sur son parcours plusieurs ouvrages d'art, parmi lesquels on peut citer notamment les ponts suivants :

Pont de la Darse de Bodoux, en béton précontraint, portée 44 m;

Pont J. Wauters, en béton armé, portée 68 m;

Pont de Chièvres, en béton précontraint, trois travées de $19,50 + 63,00 + 22,50$ m de portée;

Pont de la Darse d'Hautrage, en béton précontraint, portée 49,50, etc.

Fig. 5. Vue d'enfilade du pont de Nimy-Maisières.



Pont de Fer à Tournai (4)

Établi en pleine ville, cet ouvrage posait des exigences architecturales particulières dont témoigne notamment l'aspect monumental donné aux culées et aux accès au pont (M. Moenaert, architecte).

La superstructure métallique entièrement soudée est du type à béquilles, avec une entre-distance d'axe en axe des rotules de 33 m.

La charpente en acier se compose de 8 portiques qui sont reliés par 21 entretoisements de faible hauteur.

L'ouvrage métallique a été construit pour le compte du Ministère des Travaux Publics (service du Haut Escaut) à Courtrai par les Ateliers Métallurgiques de Nivelles.

Pont d'embarquement du Car-Ferry à Ostende (5)

Ce nouveau pont, achevé en 1953, permet le passage des véhicules directement et par leurs propres moyens

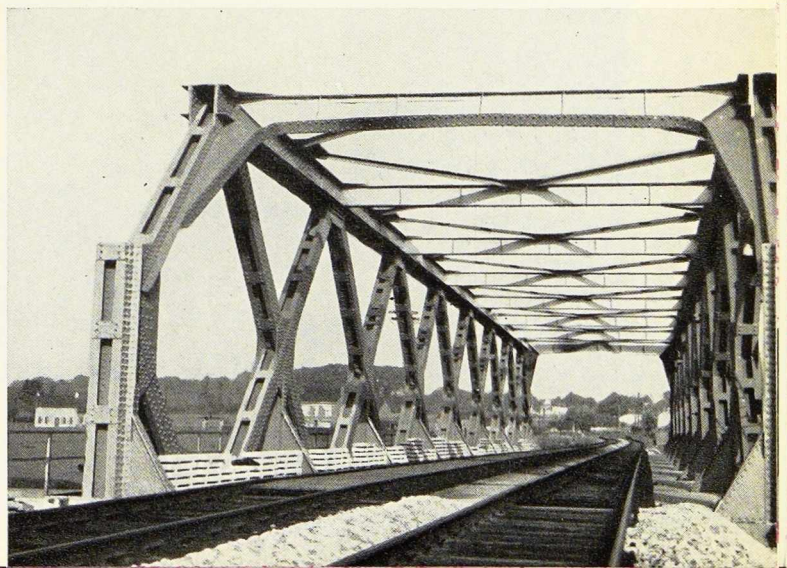
(1) Voir *L'Ossature Métallique*, nos 7/8-1953 et 5-1954.

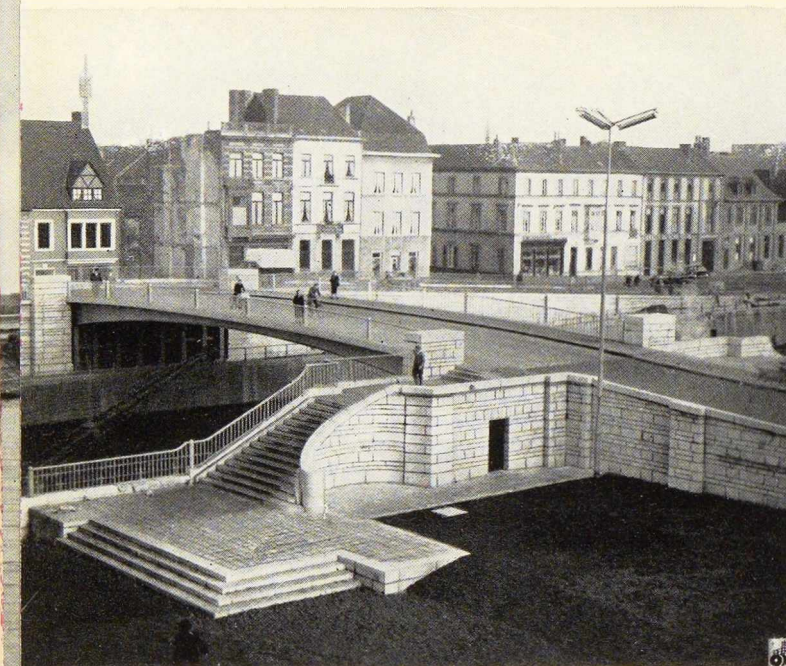
(2) Voir *L'Ossature Métallique*, no 6-1951.

(3) Voir *La Technique des Travaux*, no 11/12-1949.

(4) Voir *L'Ossature Métallique*, no 6-1954.

(5) Voir *L'Ossature Métallique*, no 6-1953.





depuis la route jusqu'aux garages intérieurs du car-ferry le M/S « Prinses Josephine-Charlotte ».

La longueur du pont mobile dont la construction fut confiée aux Ateliers G. Bourleau est de 48,80 m pour tenir compte de la valeur de la pente maxima (environ 10 %) d'une part et de l'espace disponible au long du chenal pour l'accostage du car-ferry.

Vers son extrémité, venant en appui sur le navire, le pont pesant 82 t environ est suspendu dans un portique métallique dont les montants s'appuient sur des fondations servant de butée à l'arrière du bateau.

De multiples essais de fonctionnement et de mise en charge ont été effectués qui ont donné satisfaction aux Services intéressés de l'Administration de la Marine.

Viaduc d'Oudenburg

Ce viaduc d'autostrade, d'une largeur de 24 m, a

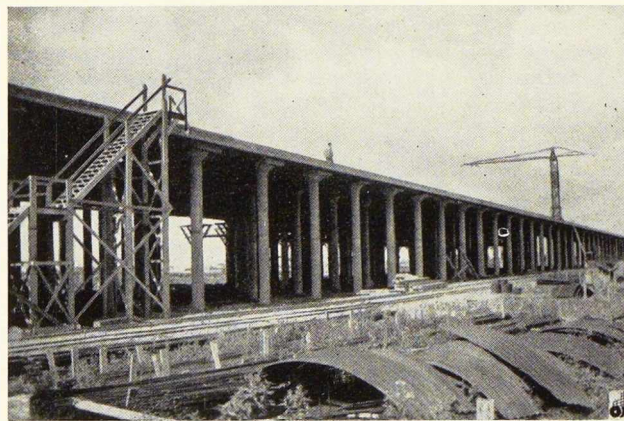


Fig. 6. Le nouveau Pont de Fer à Tournai, dont les culées et les accès ont un aspect monumental.

une longueur totale de 606 m. L'ouvrage en béton armé, est du type en dalle-champignon. Les colonnes, espacées de 4,55 m, d'axe en axe sont fondées sur pieux Franki (un pieu sous chaque colonne). Plus de 6 000 m³ de béton ont été mis en œuvre pour la construction du viaduc, dont l'exécution a été confiée aux Entreprises Louis De Waele avec la collaboration de M. A. Bagon, ingénieur-conseil.

Pont Maria Aalter

Ce pont situé sur l'autostrade Ostende-Bruxelles est un ouvrage réalisé suivant le système Préflex. Sa portée est de 28 m. Les poutres maîtresses sont des DIR 90. La hauteur du tablier hors tout est de 1,09 m. L'ouvrage étudié par l'ingénieur-conseil L. Durin a été construit par les Entreprises Van Kerkhove & Gilson.

Ponts Jan Palfijn à Gand (1)

Les ponts Jan Palfijn sont deux ponts-routes accolés franchissant la Lys dans l'axe du boulevard de l'Yser et du boulevard des Hospices à Gand.

L'ouvrage est du type en portique ou à béquille, à deux rotules d'appui. Du point de vue constructif, c'est un pont mixte qui réalise l'association du béton armé et de poutres Préflex.

La portée de l'ouvrage entre les rotules d'appui des béquilles est de 25 m; mais grâce à l'obliquité des béquilles, la portée des poutres Préflex n'est que de 22,20 m. La largeur de l'ensemble des deux tabliers accolés est de 35 m. Chacun des deux ponts comporte 8 poutres distantes d'axe en axe de 2 m. L'ouvrage a été construit sans cintre.

L'auteur du projet est le Bureau d'études A. Lipski, ingénieur-conseil. Le pont a été construit par les Entreprises E. H. B. A. pour le compte de l'Administration des Ponts et Chaussées.

Ponts sur le Ringvaart à Gand

Le Canal circulaire (Ringvaart) est franchi à Gand par plusieurs ponts qui sont désignés sous les noms de ponts W.7, W.8, W.9, W.10, etc. Ce sont généralement des ouvrages en béton armé ou en béton précontraint. Certains de ces ponts ont une longueur totale dépassant 100 m.

Pont de chemin de fer au-dessus de l'autostrade Gand-Bruxelles

Ce pont-rail est un ouvrage en béton armé à 3 travées de 44 + 65 + 44 m. Le système portant est constitué par des arcs avec articulations Freyssinet. L'exécution du pont, confiée par la S. N. C. B. à l'Entreprise Mylle, a nécessité la mise en œuvre de quelque 2 000 m³ de béton.

(1) Voir *L'Ossature Métallique*, no 7/8-1954.

Fig. 7. Vue partielle du viaduc d'Oudenburg.

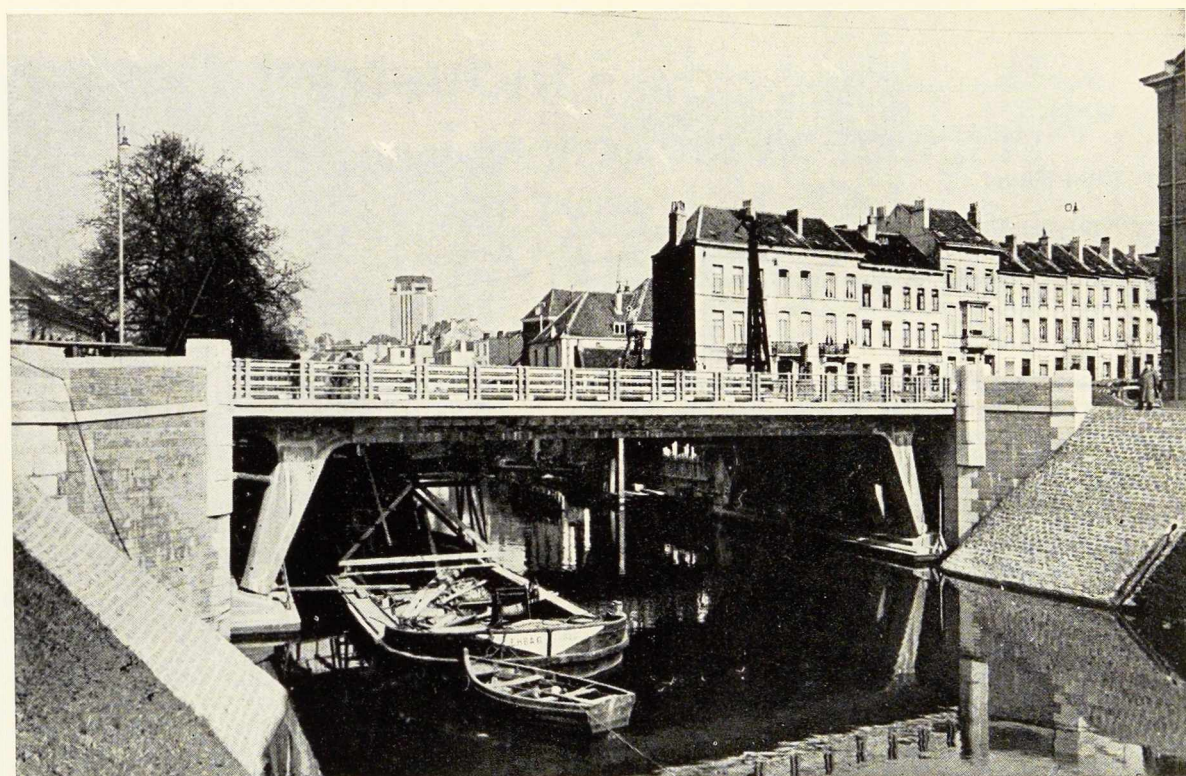


Fig. 8.
Pont
J. Palfijn
à Gand.

Hangars de Melsbroek

Le voyage du Groupement Belge de l'A. I. P. C. s'est terminé à l'aéroport national de Melsbroek, où les participants ont visité deux grands hangars ainsi que des bâtiments pour les services généraux de la Régie des Voies aériennes (R. V. A.).

L'un de ces hangars, construit par les Entreprises Ed. François et Fils et les Ateliers Métallurgiques de Nivelles, a été réalisé en charpente métallique classique. L'autre hangar construit par les Entreprises Herpain et Fils et la S. A. L. Leemans et Fils comporte notamment une poutre-maitresse précomprimée constituant

véritablement « l'épine dorsale » de la charpente. Cette poutre, sur 3 appuis, a une longueur totale de 153 m ⁽¹⁾.

Les trois bâtiments pour ateliers, garages et services généraux de la R. V. A., mesurent respectivement 120×42 , $120 \times 73,50$ et $120 \times 73,50$ m.

La réalisation de cet important complexe, d'un tonnage d'environ 2 000 t d'acier a été confiée à la S. A. L. Leemans et Fils.

G. N. B.

⁽¹⁾ Voir l'important article du professeur G. Magnel sur « Les charpentes en acier précomprimé » paru dans le n° 10-1953 de *L'Ossature Métallique*.

Fig. 9. Hangar pour avions lourds, réalisé en construction métallique précomprimée.





Villa Hügel

Il vient d'être créé à Essen, une association pour le développement de « l'esthétique industrielle », association sans but lucratif qui a pour titre « Industrieform e.V. » et qui a son siège au château « Villa Hügel », propriété de la famille Krupp.

Le but de l'association est d'améliorer le bien-être de chacun, par le développement de produits industriels rationnels et bien présentés. Dès à présent, l'association s'occupe de réaliser le programme suivant :

1° Organiser à la Villa Hügel une exposition permanente de produits industriels réalisés avec le souci de la bonne forme;

2° Aider à la réalisation d'expositions de produits industriels, par des musées, écoles et autres institutions;

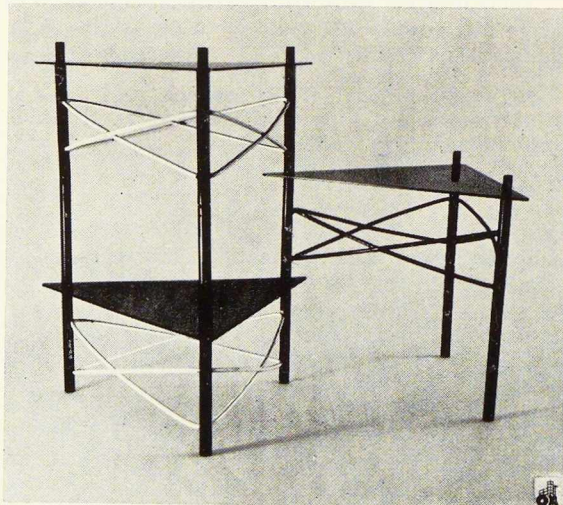
3° Accorder des prêts aux écoles, pour améliorer le goût et le jugement de la jeunesse et moderniser l'enseignement des arts et métiers;

4° Entretenir une collection d'imprimés publicitaires de qualité : affiches, catalogues, dépliants;

5° Créer des archives photographiques de bons produits industriels et offrir ces documents aux écoles, préparer des diapositives en vue de l'organisation de cours et de conférences;

6° Publier un annuaire des produits industriels de bonne forme et accompagné de commentaires;

7° Créer une bibliothèque internationale de la bonne forme industrielle.



Industrial Design

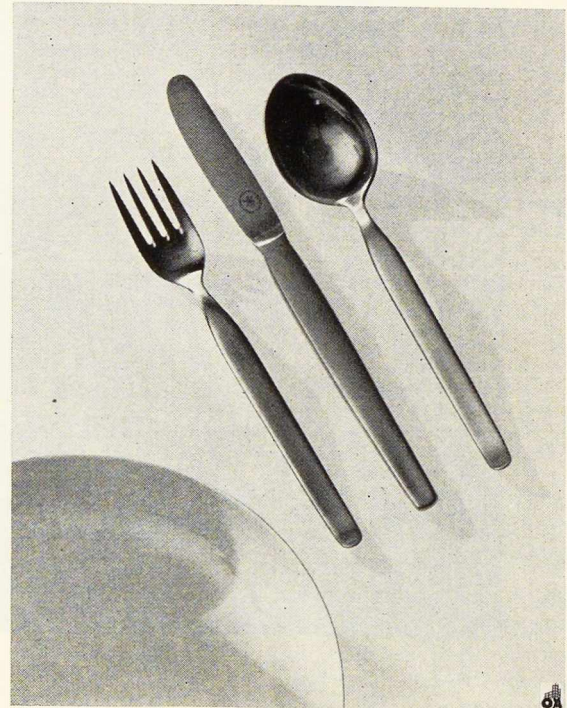


Fig. 1.

Couverts en acier inoxydable (fig. 1)

La firme C. Hugo Pott de Solingen fabrique actuellement des couverts en acier inoxydable dont les dimensions sont intermédiaires entre celles du couvert normal et du couvert à dessert. Les lames des couteaux sont en acier forgé inoxydable, présentant ainsi la meilleure garantie pour leur utilisation. Le projet de ces couverts est l'œuvre de l'artiste Voss.

Matériel d'étagage (fig. 2)

A l'initiative du Ministère des Classes Moyennes (Comité National de Perfectionnement Professionnel) M. Eric Lemesre a créé, avec la collaboration de la S. A. Tubax, un matériel d'étagage de conception originale (fig. 2).

Il s'agit de tablettes en tôle d'acier de 4 mm d'épaisseur, supportées et reliées par des tubes de 15 mm de diamètre. Le matériel est recouvert d'émail cuit au four de diverses couleurs (noir, blanc, rouge et bleu).

Fig. 2.

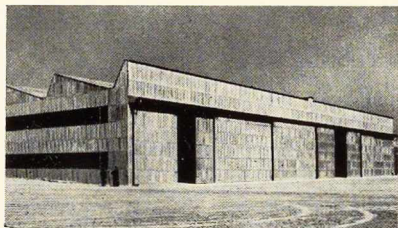


Photo P. Gobet.

Les nouveaux hangars du type L.-J. Dubois, à Villacoublay

Le développement de l'aviation commerciale et l'emploi pour les transports continentaux et coloniaux d'avions de dimensions de plus en plus grandes, posent avec acuité le problème des grands hangars destinés à la construction, à l'entretien et au garage des avions.

Ce problème a été maintes fois étudié. Le béton armé et l'acier ont apporté leurs solutions élégantes, mais l'extension des surfaces couvertes et utilisables sans perte de terrain ne semble pas avoir été jusqu'ici résolue d'une manière entièrement satisfaisante.

En effet, si, sur la surface totale d'un terrain sur lequel existent plusieurs bâtiments, érigés l'un à côté de l'autre, on considère la surface utilisable de chaque bâtiment, on constate que la surface perdue par suite de l'existence des parois est à peu près négligeable lorsqu'il s'agit de stocker ou de ranger des objets relativement peu encombrants ou dont la forme se rapproche de celle du cube ou de la sphère.

Cette perte de surface est en revanche très

importante et tend vers le maximum lorsqu'il s'agit de garer des avions.

Il est donc d'un intérêt tout particulier de chercher à réduire au maximum la perte de surface utilisable relative à ce que nous appellerons « l'effet de parois ».

Enfin, on doit rechercher la possibilité d'extension éventuelle des bâtiments dans les deux sens parallèles à la façade donnant sur la piste d'envol.

Pour répondre à ces nécessités, un hangar prototype a été réalisé dans lequel sont supprimés les appuis sur parois, qui sont remplacés par un système constitué par un poteau intérieur et une poutre « Cantilever ».

Ce procédé permet la suppression éventuelle des parois latérales et l'adjonction indéfinie de hangars semblables constituant une surface dégarnie de poteaux et réalisant en bordure de la façade une surface de longueur indéfinie et de profondeur suffisante à abriter des avions des plus gros tonnages.

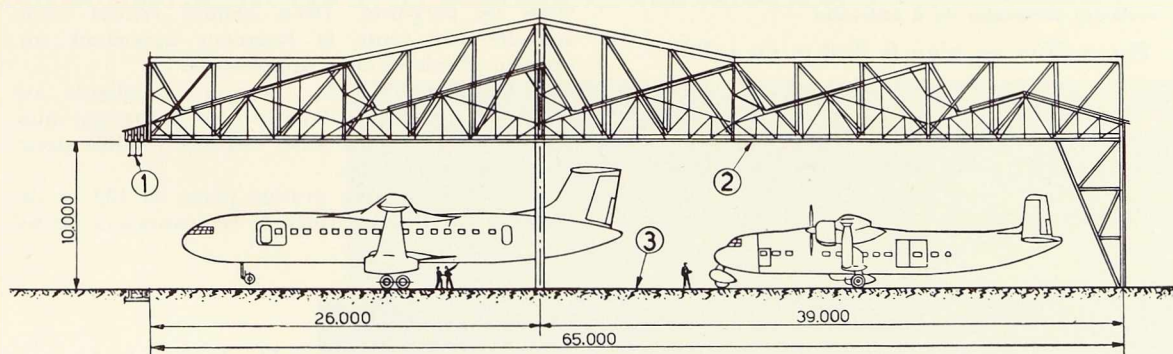


Fig. 2. Coupe transversale.

1. Guidage des portes. - 2. Plafond translucide. - 3. Dallage.

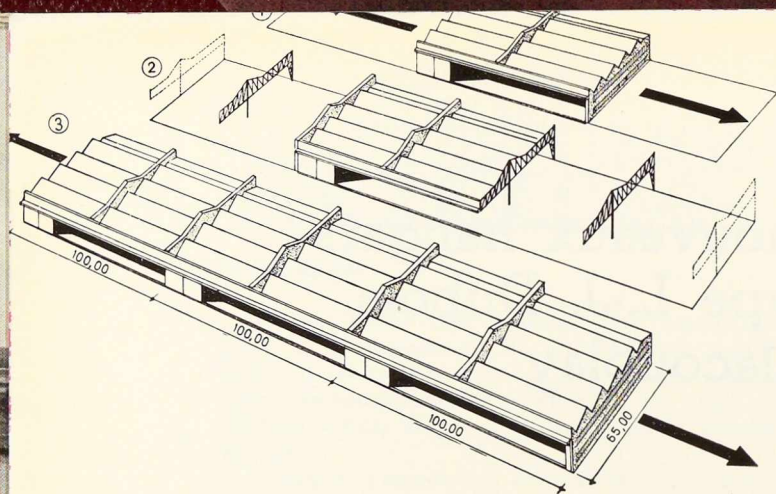
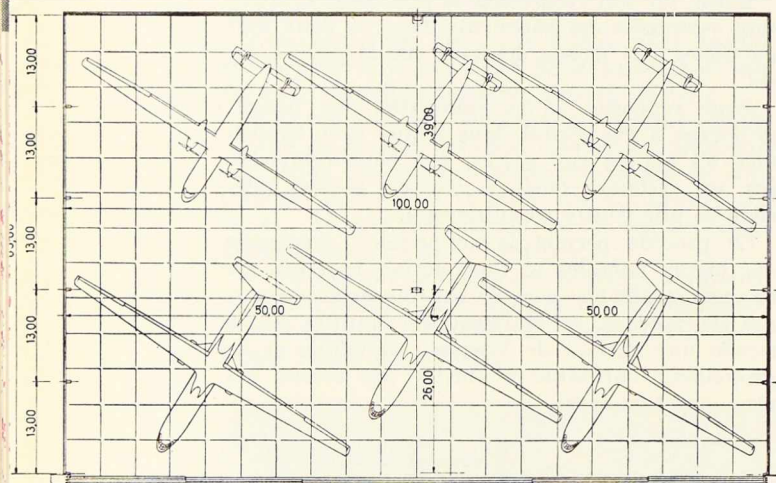


Fig. 3. Principe d'extension des hangars. Vue du côté piste.

1. Avant. — 2. Pendant. — 3. Après agrandissement.

Une première réalisation d'un hangar de ce genre vient d'être terminée ⁽¹⁾ à l'usine de Meudon-Villacoublay de la Société Hurel-Dubois. Pour des raisons de limite de terrain, les



6 portes roulantes composées de 2 panneaux

Fig. 4. Vue en plan (à 3,50 m du sol).

pignons ont été rendus porteurs mais il est facile d'imaginer leur remplacement par le sys-

⁽¹⁾ Réalisation : Entreprises Métropolitaines et Coloniales.

tème intégral précité. Les caractéristiques principales du prototype exécuté sont les suivantes :

Longueur	100 m
Largeur	65 m
Hauteur libre	10 m
Surface utile	6 500 m ²

L'ensemble de la construction comporte les éléments principaux suivants :

— Une poutre transversale du type Cantilever prenant appui aux 2/5 de sa longueur sur un poteau et à l'extrémité arrière sur une béquille incorporée au long pan.

— Cinq doubles poutres longitudinales en treillis, de conception classique, prenant appui d'un côté sur l'élément central et de l'autre sur les pignons.

— Des fermettes supportant la couverture. Ces fermettes ont été réalisées en shed, système qui permet un éclairage maximum.

— Un plafonnage horizontal en nylon, suspendu aux charpentes dans le plan des entrails. Ce plafonnage limite le cube intérieur du hangar et a pour effet :

De répartir et d'adoucir, en supprimant les brillances, l'éclairage des sheds.

De constituer une couverture très isolante, ayant, en outre, l'avantage, aux colonies, d'éviter l'élévation de la température à l'intérieur, et, dans les régions froides, de faciliter le chauffage.

— Un long pan arrière, charpenté, recevant un bardage en tôle ondulée, économique et solide, doublé d'un isolant thermique convenable. Ce long pan pourrait d'ailleurs être bardé en briques de parpaing. Deux bandes vitrées horizontales sur toute la longueur apportent un appoint d'éclairage appréciable.

— Des pignons, de conception analogue au long pan, mais qui, dans le type de hangar que nous décrivons plus loin, ont été étudiés pour être rendus mobiles.

— Côté piste, une grande porte de 100 m de longueur totale constituée de six panneaux pleins

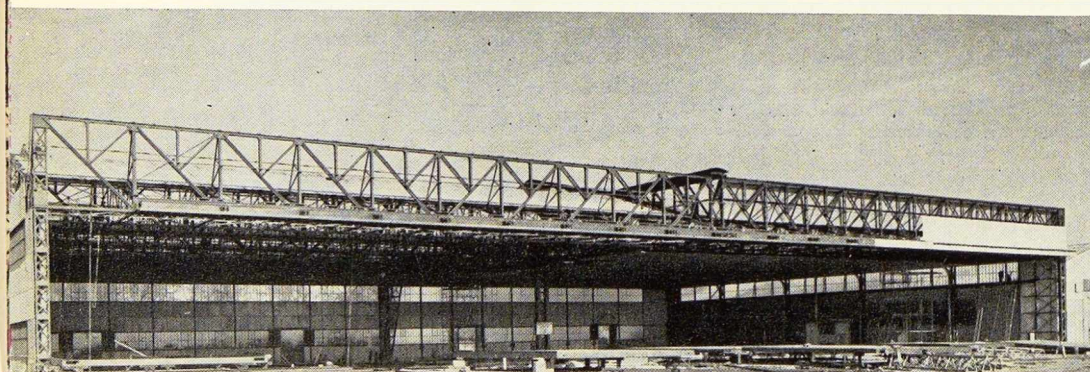
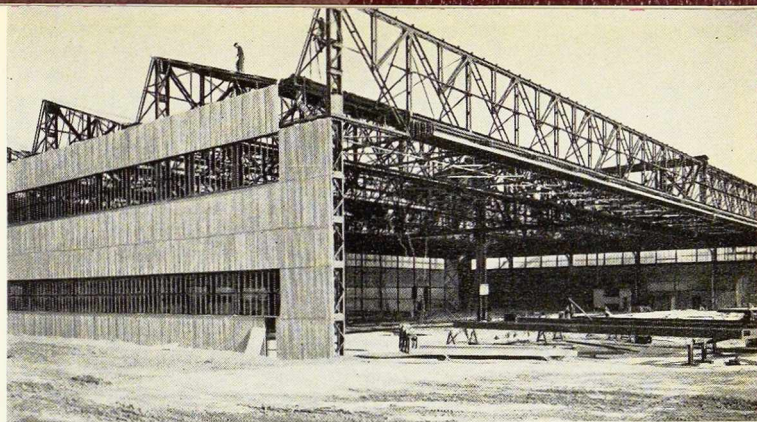


Fig. 5. Vue du hangar en cours de construction.

Fig. 6. Charpente métallique du hangar.



qui roulent sur des rails scellés dans le béton. Les guidages supérieurs correspondants sont incorporés dans un auvent. Les portes sont maintenues dans les guidages supérieurs par des rouleaux dont les dimensions sont établies pour permettre les jeux latéraux et verticaux. L'étanchéité entre les panneaux de la porte est assurée par des bandes de caoutchouc.

— Le sol du hangar est dallé avec soin sur une forme générale, des joints orthogonaux réservant les jeux indispensables.

*
**

La construction d'un deuxième hangar est envisagée dans un avenir très prochain ; le module en a été étudié selon la même conception de base, afin de permettre une utilisation des plus étendues. Les caractéristiques en seront les suivantes :

Longueur	115 m
Largeur	80 m
Hauteur libre	12 m
Surface utile	9 200 m ²

Ce hangar peut être équipé de ponts roulants spéciaux suspendus à l'ossature, circulant entre le gabarit et le plafond et permettant le libre accès d'une charge de 2 à 3 t en un point quelconque. Le long pan arrière peut recevoir un appentis offrant la possibilité d'organiser tous les exercices annexes, les ateliers de fabrication et de réparation, les magasins, etc.

Un plancher, à une hauteur convenable, double, si besoin, la surface utilisable.

Dans cette deuxième version, les zones mortes (effet de parois) créées par les parois transver-

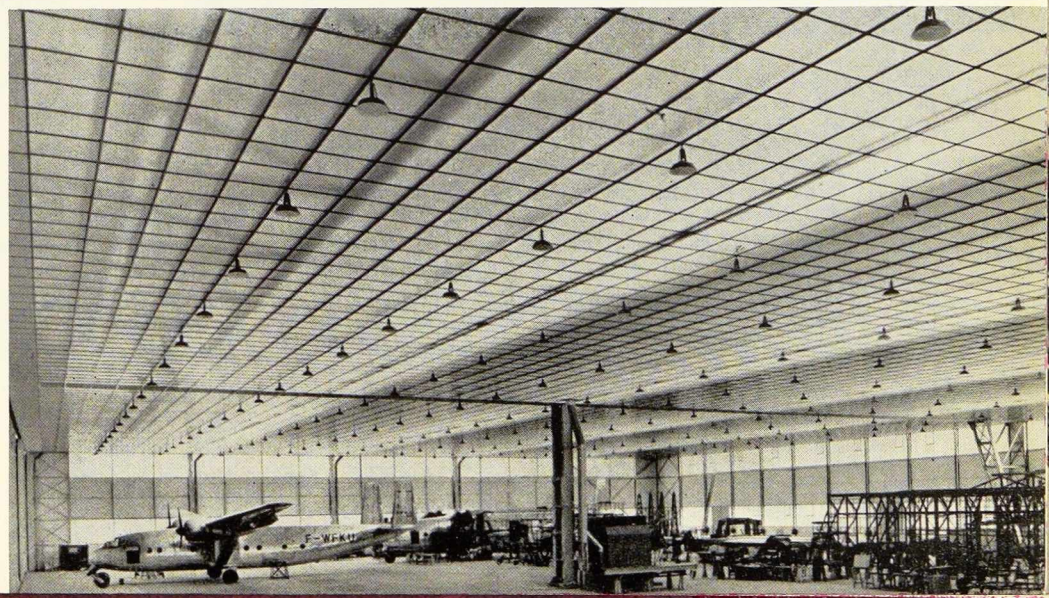
sales fixes, extrêmement gênantes pour le stockage et les manœuvres intérieures des grands avions, disparaissent par suite de la suppression des solutions de continuité suscitées par les appuis traditionnels.

Les pignons ne sont plus porteurs, ils sont remplacés par un système poutre Cantilever (poteau intérieur). Le bardage est simplement constitué par des panneaux démontables qui peuvent être déplacés pour permettre l'édification immédiate et contiguë d'une nouvelle cellule sans perte de surface ni interruption d'exploitation.

Il est évident que ce bâtiment offre, avec le maximum d'économie, la possibilité d'envisager en un moment quelconque l'extension des ouvrages au sol et de réduire au maximum « l'effet de parois » qui amenuise sensiblement, en général, la surface utile des hangars d'aviation du type habituel. Les dessins et croquis que nous reproduisons illustrent d'ailleurs ces avantages.

Cette réalisation apporte une solution intéressante aux problèmes qui se posent aux Directions des aérodromes et des industries aéronautiques pour le stockage, l'entretien et la construction des avions de grandes dimensions, tant civils que militaires.

Fig. 7. Vue intérieure du hangar L.-J. Dubois.



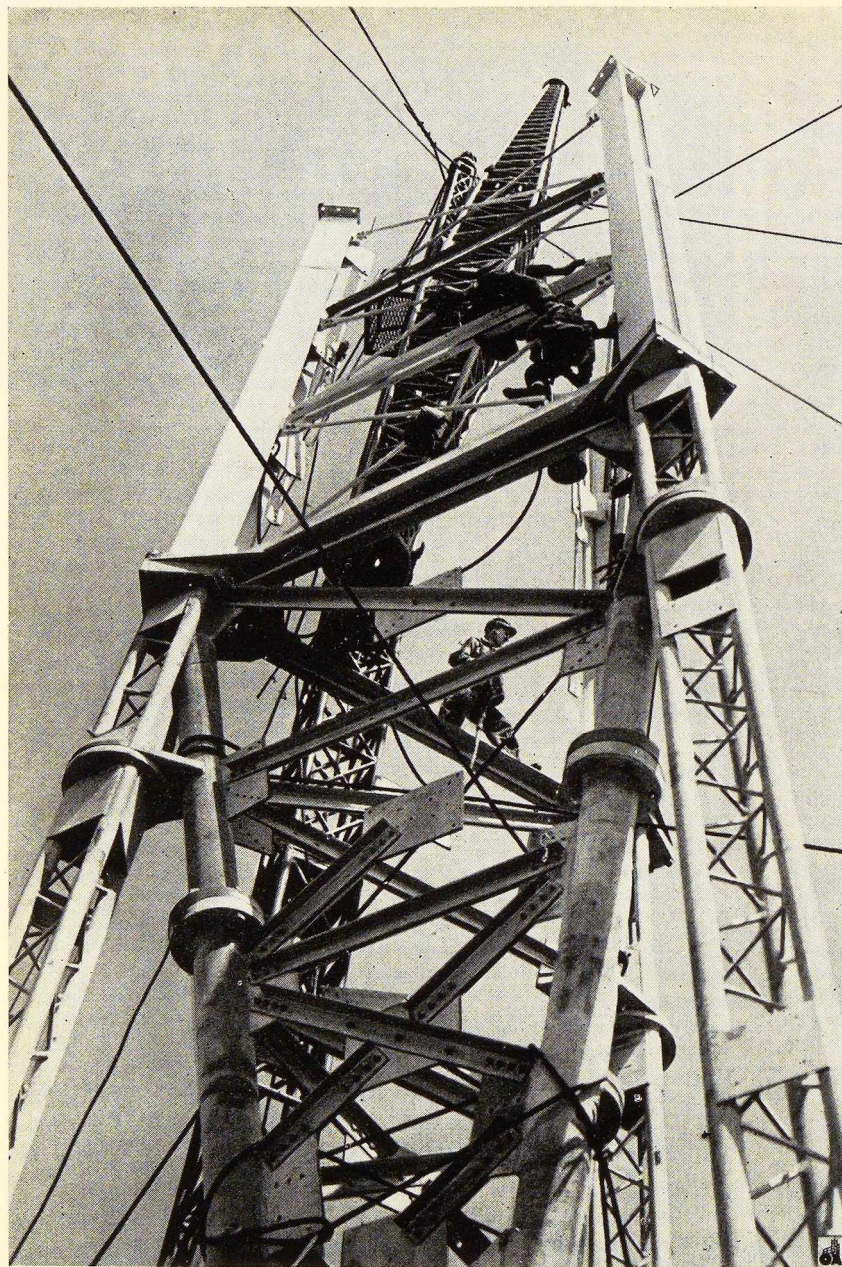


Fig. 1. Une des phases de montage sur place des tronçons préfabriqués de la tour.

Fig. 2. Comparaison entre les trois plus grandes tours du monde. De gauche à droite : la tour d'Oklahoma (480 m), l'Empire State Building à New-York (450 m), la Tour Eiffel à Paris (300 m).

Fig. 3. Montage de la partie inférieure du pylône.

Photos Lincoln Electric Co.

Tour de de 480 à Oklahoma

On vient de terminer aux Etats-Unis une tour-pylône de télévision dont la hauteur atteint près de 480 m, dépassant ainsi sensiblement l'Empire State Building à New-York et la Tour Eiffel à Paris.

La nouvelle tour d'Oklahoma City a une section triangulaire de 3,66 m de côté; elle est maintenue par des hau-

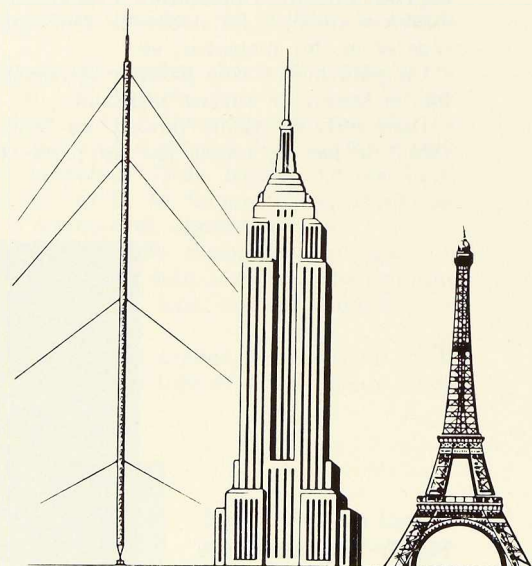


Fig. 2.

Télévision mètres City (U. S. A.)

bans, disposés par trois paires aux niveaux de 88,50 m, 198,25 m, 317,20 m et 408,70 m.

Les haubans ont été réalisés à l'aide de câbles en acier de 50 mm de diamètre. Les câbles dont la longueur totale atteint 8 km, sont solidement ancrés dans des blocs en béton.

Le pylône repose à sa base sur un isolateur géant en porcelaine qui doit résister à une pression de 5 600 t. L'isolateur se compose de 21 tubes en porcelaine, de 100 mm de diamètre, remplis d'huile.

Il est inutile de souligner de quelle importance primordiale est le problème du montage de constructions aussi élevées et il est compréhensible que la solution pratique de ce problème rencontre de nombreuses difficultés.

La charpente des pylônes fut transportée au chantier par camions, les tronçons de 9 m de longueur, au nombre de 52 étant complètement assemblés par soudure à l'atelier. De cette façon le travail sur place ne comportait plus que le boulonnage des joints des membrures.

Les constructeurs : la Dresser-Stacey Company (Division d'Ideco) de Columbus (Ohio) ont employé environ 5 t de nouvelles électrodes Jetweld, fabriquées par la *Lincoln Electric Company*. Ces électrodes enrobées contiennent une forte quantité du fer en poudre.

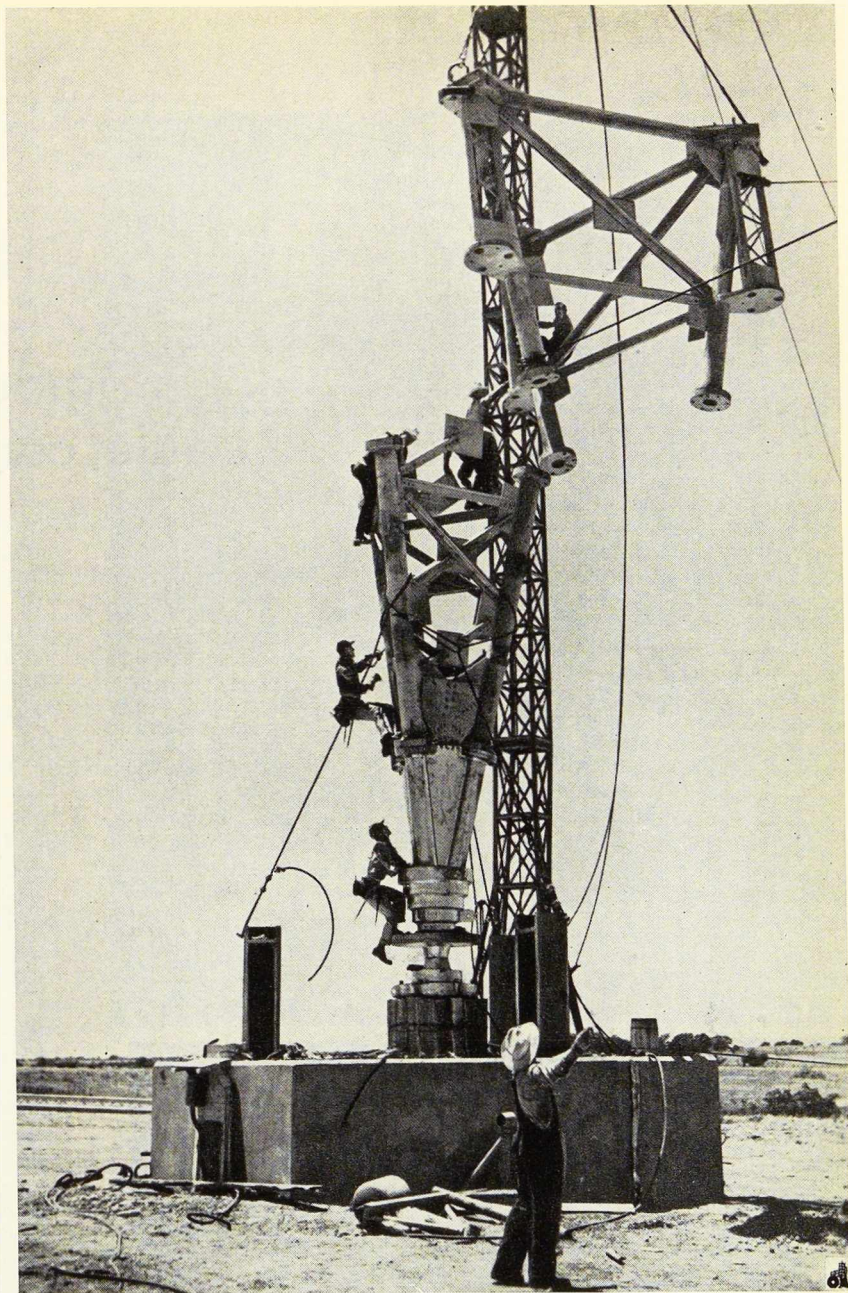


Fig. 3.

Ce pylône de télévision permettra la réception des programmes dans un rayon de près de 100 km.

Le pylône a été calculé pour résister en toute sécurité à une pression du vent de 290 kg/m^2 pour la moitié supérieure du pylône et de 195 kg/m^2 pour la moitié inférieure. Cette charge s'applique à une surface plane, l'emploi des sections circulaires permet de réduire cette valeur de 33 %.

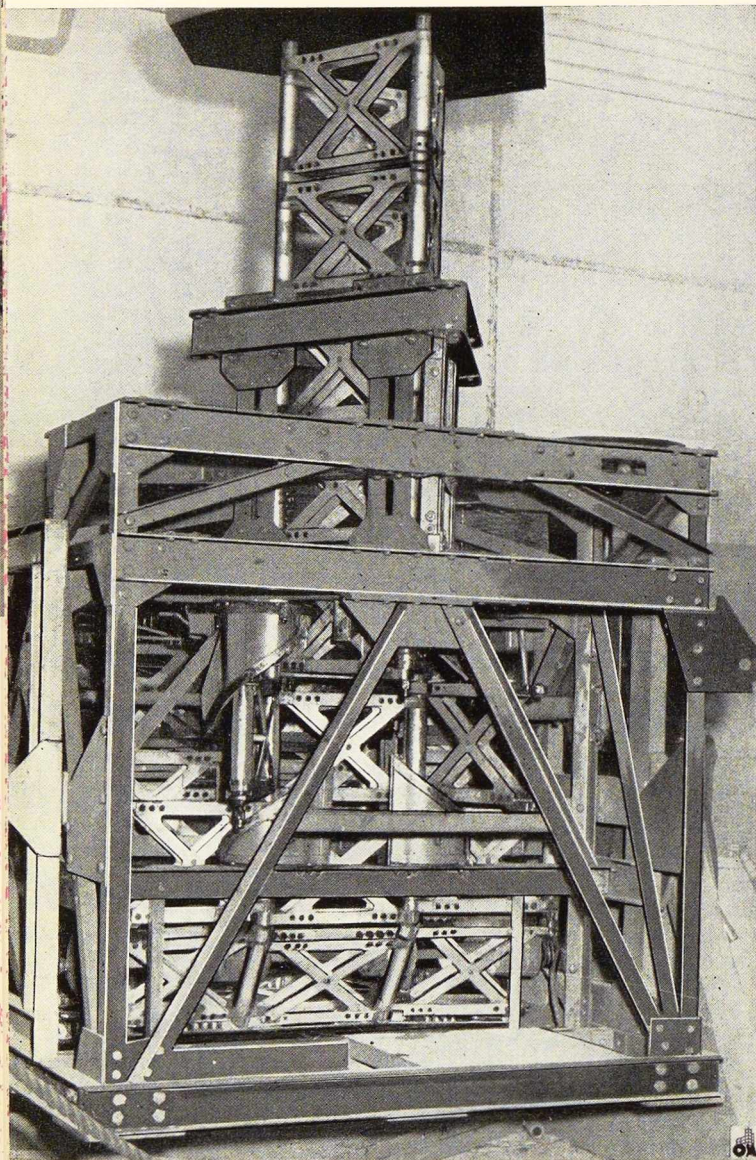


Fig. 5. En se déroulant de leur tambour les éléments de la poutre sont pris par un système de guidage qui les assemble.

monté sur son bâti, dans le Sud-Ouest de la France, un maître-radar visible à plus de 20 km.

De son côté, la Marine envisage d'essayer sur un sous-marin la poutre qui quadruplerait le champ de vision de la vigie.

L'industrie privée aura son tour

La fabrication de la poutre a été confiée en France à une firme spécialisée dans la construction des autorails, mais jusqu'ici elle n'a pu satisfaire qu'aux besoins de l'armée. On n'a donc pas encore beaucoup cherché à la faire connaître à l'industrie privée, qui lui trouvera sûrement de multiples utilisations.

Déjà, on s'en sert pour la vérification et la réparation des avions comme les « Constellation », dont les gouvernails, ailerons, moteurs sont situés à plusieurs mètres au-dessus du sol.

Les pompiers de Paris pensent substituer la poutre à leur « grande échelle », qui ne peut, comme elle, passer sous les portes cochères pour entrer dans les cours des immeubles.

Montée sur jeep, elle deviendra vite indispensable aux monteurs chargés de vérifier et de réparer les lignes à haute tension.

Enfin, un grand cirque connu songe à recourir à des poutres Le Roy pour soutenir son chapiteau.

Partout où il y a un espace à franchir, que se soit en largeur ou en hauteur, la poutre, à volonté pont ou mât, apportera la solution.

L'Armée américaine a commandé trois prototypes de la poutre et, dès leur livraison, les a fait transporter par avion à Dayton (E.-U.) où on les a examinés en vue d'une première commande.

Le prix de revient de ces prototypes est de 2 à 3 millions de francs français, mais la construction en série, l'abaissera naturellement dans une très forte mesure. Pour l'instant, le prototype français est monté sur des roues escamotables qui permettent soit de poser la poutre sur le plateau d'un camion ou d'un wagon, soit de la remorquer.

Les services officiels américains font mettre au point un modèle horizontal plus important qui servira de passerelle pour les chars de 53 t. Longues de 10 m, ces passerelles seront utilisées pour passer les fossés antichars et les cours d'eau. Un autre modèle, de 30 m, équipant des navires spéciaux servirait pour les débarquements.

En première utilisation, on a prévu la poutre Le Roy pour le balisage des terrains d'aviation. Sa facilité d'escamotage permet en moins de deux minutes de ramener les sources lumineuses au sol où elles sont moins exposées.

Cette faculté d'escamotage a été tout aussi appréciée pour éviter le repérage des radars qui ne seront élevés au-dessus du sol qu'au moment de leur mise en service. A cet égard, on connaît,

E. Sellier,
Chef de service
et
C. Robeyns,
Ingénieur à la S. A.
L'Oxydrique Internationale

Le décapage des constructions métalliques au chalumeau oxy-acétylénique

Avant-propos

M. D. Bermame, Chargé de recherches à la Commission n° IV de l'A. B. E. M., a déjà fait paraître, dans le n° 6-1951, un article intéressant relatif à la préparation des surfaces métalliques avant peinture, dans lequel il a décrit les différents procédés utilisés pour cette préparation. Le présent article se rapporte plus particulièrement au décapage réalisé au moyen d'un chalumeau oxy-acétylénique.

Introduction

Pour protéger les surfaces métalliques, en général, et les constructions en acier, en particulier, contre l'action corrosive de l'humidité et des agents atmosphériques ou chimiques, on les revêt de peintures en couches homogènes.

Si des corps étrangers (rouille, par exemple) subsistent entre le métal à protéger et la couche de peinture, l'adhérence de celle-ci au métal est interrompue. D'autre part, si la surface de l'acier est déjà corrodée avant le peinture, l'action de la corrosion se poursuivra en dessous du revêtement et provoquera, au bout d'un certain temps, le décollement de ce dernier. Il est donc nécessaire d'éliminer les corps étrangers se trouvant sur la surface des pièces métalliques, avant la mise en peinture de celles-ci.

Ces matières étrangères peuvent être :

- a) La calamine, appelée également « peau de laminage »;
- b) La rouille;
- c) L'humidité;
- d) Les matières grasses (huile, graisse, etc.);

e) Une ou plusieurs couches d'ancienne peinture ne remplissant plus son rôle protecteur.

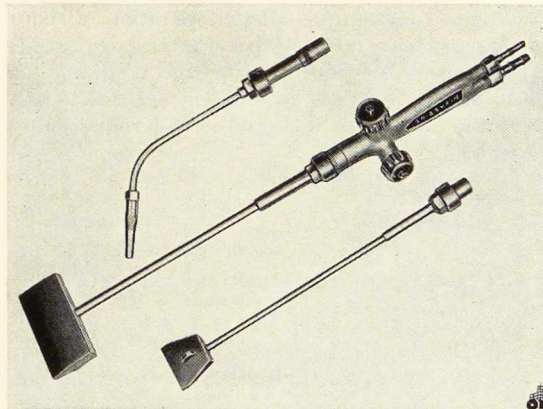


Fig. 1. Chalumeau décapeur oxy-acétylénique.

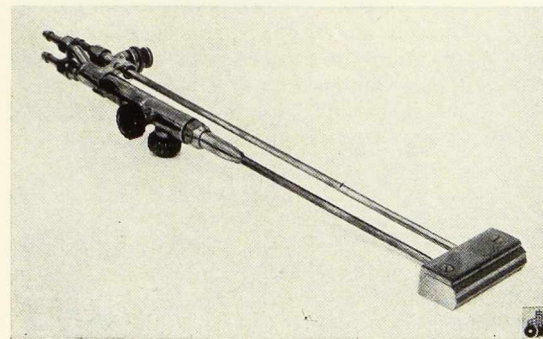


Fig. 2. Chalumeau décapeur spécial (avec adduction d'oxygène).

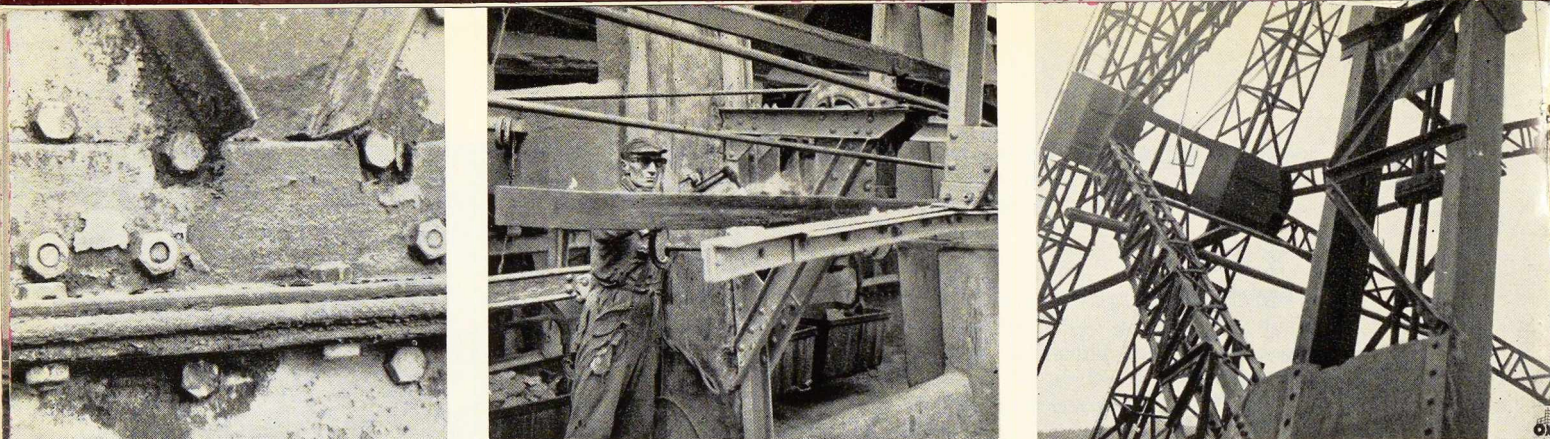


Fig. 3 à 5 (de gauche à droite). Pylône avant décapage. Travail de décapage en cours d'exécution. Pylône après décapage (usines John Cockerill).

Pour éliminer les matières ci-dessus, on utilise différents procédés de décapage, dont les principaux sont les suivants :

1. L'exposition aux intempéries suivie d'un traitement mécanique. Cette opération a pour but de corroder le métal par l'action des agents atmosphériques, pour permettre d'enlever la peau de laminage et la rouille non adhérente, par un traitement mécanique ultérieur (brossage, etc.);
2. Le sablage;
3. Le grenailage;
4. Le décapage à la fraise pneumatique;
5. Le nettoyage à la brosse métallique;
6. Le meulage;
7. Le nettoyage chimique;
8. Le décapage au chalumeau oxy-acétylénique.

Le décapage au chalumeau présente, sur les autres procédés, les avantages ci-après :

- Coût de l'installation réduit;
- Matériel facilement transportable;
- Travail possible en position quelconque;
- Exécution du décapage sur chantiers;
- Application du procédé sans aucune limite supérieure de dimensions;
- Le décapage au chalumeau oxy-acétylénique n'a pas d'effet nocif sur la santé des ouvriers;
- Durée du travail réduite au minimum;
- Le décapage à la flamme sèche le métal;
- Prix de revient avantageux.

Voici d'ailleurs à ce sujet l'avis d'un éminent spécialiste anglais, M. F. Fancutt, directeur des laboratoires des chemins de fer britanniques et président du « British Corrosion Committee » (1).

« En ce qui concerne le pré-traitement des structures existantes et corrodées, l'emploi du chalumeau oxy-acétylénique constitue un net

progrès, non seulement parce qu'il permet d'éliminer la rouille mais également parce que, sous l'effet de la chaleur, les peintures peuvent être appliquées sur des surfaces chaudes et sèches. Les peintures appliquées dans ces conditions sèchent beaucoup plus rapidement. D'autre part, bien qu'il soit difficile de donner des chiffres valables pour chaque cas particulier, les résultats observés montrent que la durabilité sur surfaces décapées à la flamme est de 3 à 6 fois supérieure à celle que l'on observe sur une surface préparée par simple nettoyage manuel. »

Principe du décapage oxy-acétylénique

Décapage au chalumeau consiste à promener, sur la surface métallique à traiter, une flamme oxy-acétylénique « neutre ». Sous l'action de cette flamme, dont la température peut atteindre 3 100° C, les matières combustibles : graisses, huile, peinture, etc., se trouvant sur la pièce à traiter sont brûlées et l'humidité est vaporisée quasi instantanément. En outre, la pellicule d'oxydes est portée *rapidement* à haute température tandis que le métal sous-jacent n'est que peu échauffé. Par suite de la différence de dilatation entre le métal de base et la couche d'oxydes, celle-ci se fendille et se détache du métal. Il suffit alors de brosser la surface traitée, de préférence à la brosse métallique rotative, pour qu'elle devienne parfaitement propre.

Si l'on procède à la mise en peinture, aussitôt après ce brossage, pendant que la pièce est encore tiède, la peinture s'étend aisément et, comme elle est déposée sur une surface sèche, elle reste parfaitement adhérente.

(1) Conférence donnée à l'occasion de la réunion plénière (28 mars 1951) de la Commission Belge pour l'étude de la protection contre la corrosion (Commission n° IV de l'A. B. E. M.). Texte paru dans la revue *L'industrie chimique belge*, n° 9-1952.

En ce qui concerne la nature du gaz combustible utilisé, signalons que la flamme oxy-acétylénique, est la mieux appropriée au décapage, par suite de ses propriétés particulières : haute température (d'où échauffement très localisé), vitesse de sortie élevée, pouvoir réducteur puissant et teneur en vapeur d'eau de combustion minimum.

Les chalumeaux décapeurs

On utilise, en général, pour le décapage, des chalumeaux oxy-acétyléniques spéciaux, dont un modèle est représenté à la figure 1. Ce chalumeau se compose d'un manche à deux robinets, de deux buses-râteaux servant au décapage des surfaces planes et d'une buse à bec normal utilisée notamment pour les têtes de rivets ainsi que dans les endroits difficilement accessibles.

Dans certains cas, la tête du chalumeau est construite, non plus en forme de râteau, mais en forme d'arc de cercle. De tels chalumeaux peuvent servir pour le décapage des poteaux tubulaires.

Si les surfaces à décapier sont recouvertes de goudron, de bitume ou de peinture à base de goudron, il arrive fréquemment qu'après passage d'un chalumeau décapeur il subsiste des trainées de carbone qui s'éliminent difficilement. On peut faire usage dans ce cas d'un chalumeau décapeur spécial (fig. 2) avec adduction d'oxygène (brevet déposé) qui brûle le carbone et donne une surface qui, après brossage, est apte à recevoir la peinture. Pour les pièces étroites, on peut faire usage d'un chalumeau coupeur.

Technique du décapage au chalumeau

Pendant le décapage, le chalumeau doit être incliné de façon telle que l'axe des dards forme un angle de 50 à 60 degrés environ avec le plan de la surface à décapier, dans le sens d'avancement. Cette inclinaison du chalumeau peut être augmentée dans certains cas, par exemple lors du décapage dans les coins.

La distance des dards du chalumeau oxy-acétylénique à la surface à traiter varie avec l'état de cette surface. Sur surface peu rouillée par exemple, cette distance doit être de 8 à 12 mm. Il y a intérêt, lorsque l'épaisseur de la couche de rouille est importante, à porter cette distance à 15-20 mm, de façon à répartir les calories sur une plus grande surface.

D'autre part, en pratique, suivant l'appareil utilisé, l'épaisseur de la pièce à décapier, l'im-

portance et la nature du recouvrement, la vitesse d'avancement du chalumeau décapeur peut varier de 1 à 9 mètres par minute.

Lorsque le décapage est terminé, il faut brosser la surface traitée. Le peinturage sera effectué, si possible, au plus tard deux heures après le décapage, afin de profiter du séchage de la pièce métallique.

Enfin, les ouvriers qui décapent doivent porter des gants et des lunettes les protégeant contre les projections de matières incandescentes. Si le décapage a lieu dans des locaux fermés, il est nécessaire de ventiler ceux-ci convenablement.

Quelques applications du décapage au chalumeau

Le décapage au chalumeau oxy-acétylénique est utilisé pour le décalaminage des nouvelles constructions métalliques, le dérouillement des tôles et des profilés, le décapage des pièces forgées ou coulées, le brûlage des peintures détériorées, etc.



Fig. 6. Support décapé et peint aux usines John Cockerill à Seraing.

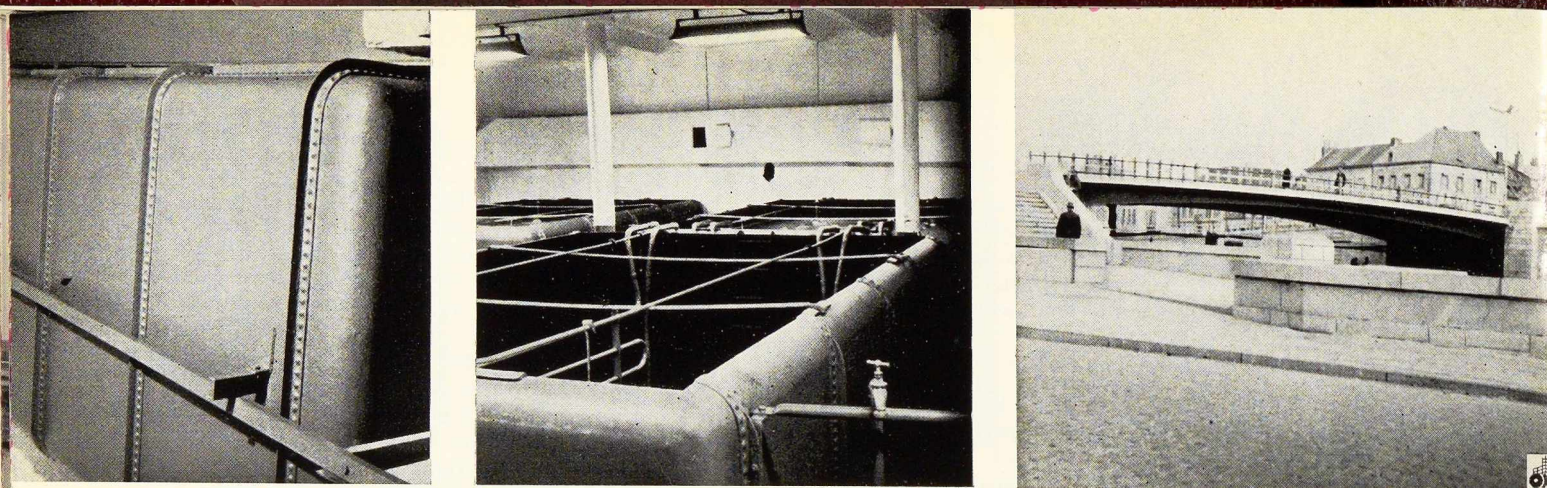


Fig. 7 à 9 (de gauche à droite). Cuves à bière après décapage au chalumeau et peinture (Brasseries de la Chasse Royale à Auderghem). Pont de Fer à Tournai, décapé au chalumeau oxy-acétylénique avant mise en peinture.

Les photographies 3 à 9 sont relatives à différentes applications récentes de ce procédé.

Un important travail de décapage au chalumeau de pylônes de transbordeurs, effectué aux usines Cockerill à Seraing, est illustré par les figures 3, 4, 5 et 6. On peut remarquer sur la figure 3 l'épaisseur de la couche de rouille qui recouvrait ces pylônes avant leur décapage. La figure 4 montre le décapage en cours d'exécution. Comme les pylônes en question étaient recouverts par endroits d'une couche de goudron, un chalumeau coupeur oxy-acétylénique a été employé pour l'élimination de ce revêtement. Un pylône décapé est représenté à la figure 5, tandis que la figure 6 montre un autre pylône après décapage et peinture.

Les figures 7 et 8 sont relatives à des cuves à bière en acier, décapées au chalumeau puis peintes. Ce travail a été effectué aux Brasseries de la Chasse Royale à Auderghem.

Enfin, la figure 9 représente un des ponts de Tournai sur lequel on a procédé au décapage oxy-acétylénique avant sa mise en peinture.

Conclusion

En résumé, à part dans certains cas isolés comme par exemple pour le décapage des tôles très minces où l'enlèvement des matières réfractaires, le décapage oxy-acétylénique constitue une méthode pratique et efficace de préparation des produits et des ouvrages métalliques avant leur mise en peinture. Il assure une bonne tenue du revêtement vis-à-vis de la corrosion.

C'est pourquoi il est de plus en plus utilisé dans les fonderies, les ateliers de construction de ponts et charpentes, les chaudronneries, les chantiers navals, les installations portuaires, pour l'entretien des ouvrages d'art, etc.

E. S. & C. R.

Articles à paraître prochainement :

Immeubles collectifs préfabriqués à loyer modéré à Colombes (France).

Ossature métallique d'un bâtiment de 10 étages aux Chantiers de la Grande Dixence (Suisse).

Les nouveaux hangars de l'aéroport d'Orly.

Ateliers de la Régie des Voies Aériennes (R. V. A.) à Melsbroek (Belgique).

La construction métallique des châteaux d'eau.

Hall de montage de la Société Demag à Duisburg (Allemagne).



Les laboratoires de recherches de la Société I. C. I., à Welwyn (Grande-Bretagne)

La Division des Plastiques des *Imperial Chemical Industries Ltd. (I. C. I.)* a fait construire récemment à Welwyn Garden City un vaste complexe de bâtiments destinés à ses Laboratoires de Recherches.

Le soin d'établir les plans de ces bâtiments fut confié à l'Architecte E. D. Jefferiss Mathews, F.R.I.B.A., de la firme J. Douglas Mathews & Partners. Le problème était de créer quatre laboratoires de trois étages d'une superficie de 780 à 830 m² par étage.

Une des conditions à remplir était que l'espace réservé aux laboratoires, dans les trois étages, devait être « souple » en ce qui concerne la disposition des salles et des tables de travail.

Cette disposition devait être indépendante du système portant du bâtiment. Le module de 1,22 m (4 ft) fut adopté dans les deux sens, après une étude approfondie de la question; ce module permet en effet de placer facilement les tuyauteries de toutes sortes (eau, gaz, électricité, air comprimé, téléphones).

Le cahier des charges exigeait d'autre part toutes facilités quant aux transformations futures qui devaient pouvoir se faire à l'aide « d'une clef et d'un tournevis ».

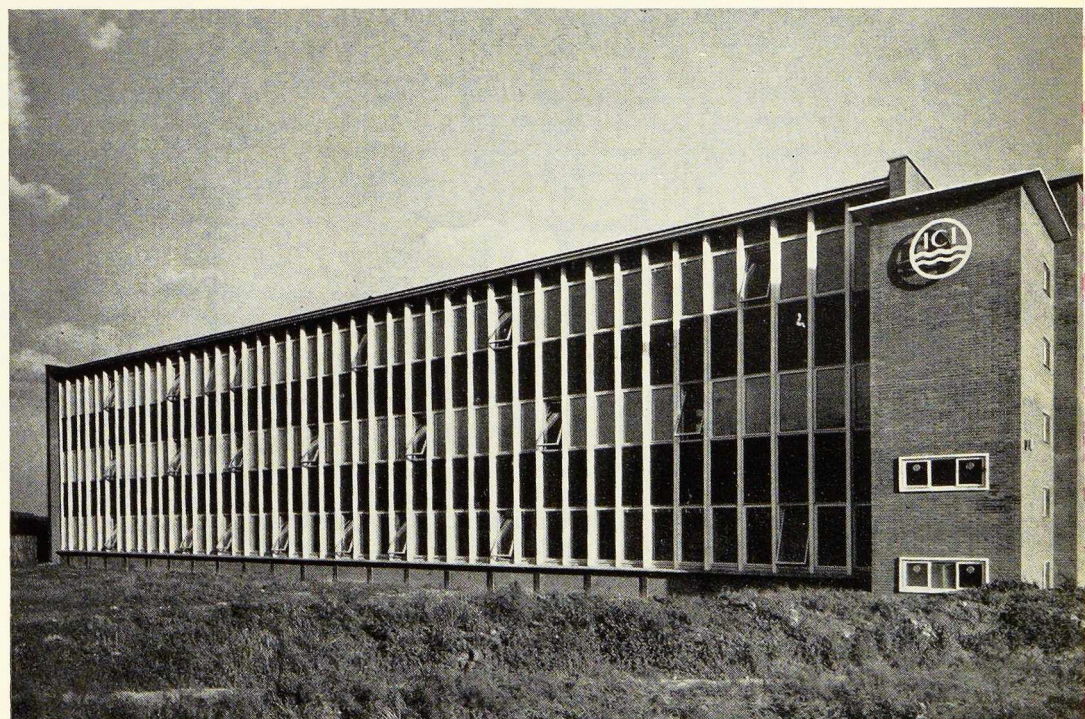
Enfin on demandait une haute qualité pour les revêtements tant extérieurs qu'intérieurs en vue de rendre les conditions de travail aussi agréables que possibles.

En plan, les bâtiments sont constitués par deux blocs en forme de « H » dont les branches verticales orientées nord-sud forment les laboratoires, tandis que la branche horizontale constitue l'aile administrative commune aux deux laboratoires de chaque bloc. On compte construire plus tard au centre des quatre blocs de laboratoires un bâtiment groupant les services généraux (électricité, eau chaude sous pression, etc.) communs à tous ces blocs.

Les petites ailes administratives comportent une salle de réunion, des bureaux et lavatoires, ainsi qu'un accès central aux laboratoires, pour lequel la nécessité de pouvoir modifier à volonté la disposition intérieure ne s'imposait pas.

Fig. 1. Vue générale des nouveaux Laboratoires de Recherches de la Société « Imperial Chemical Industries » à Welwyn Garden City.

Photo Bedford Lemere.



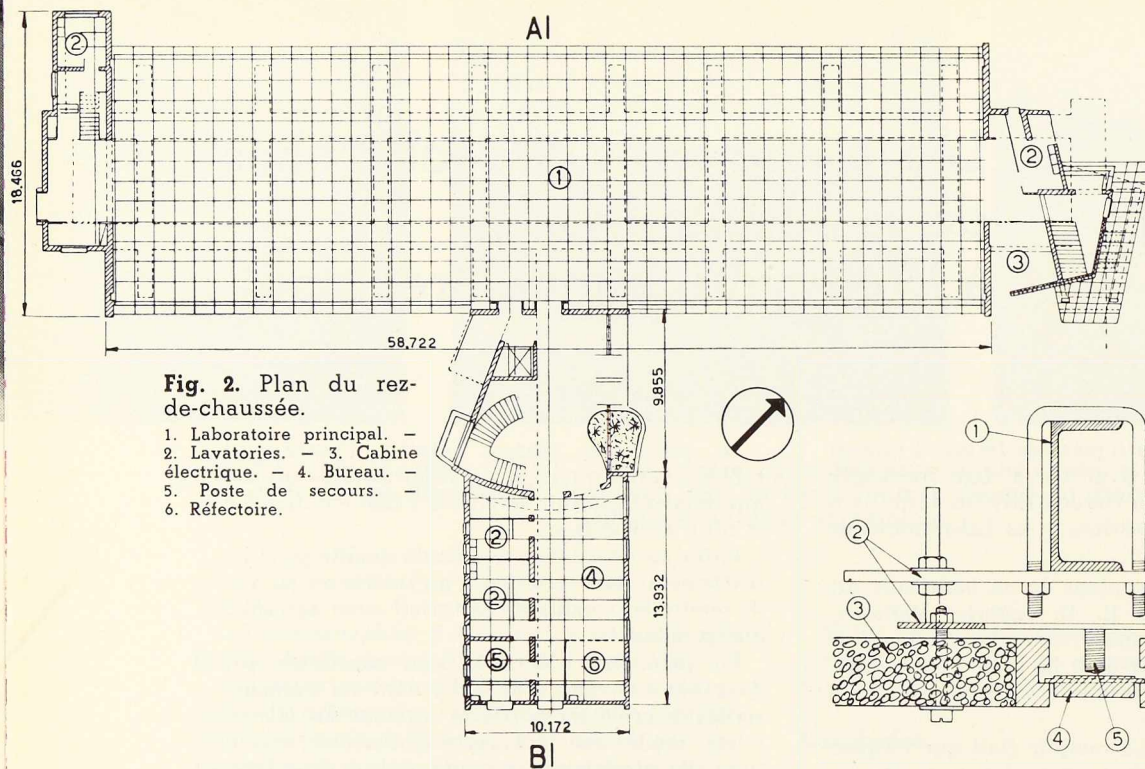
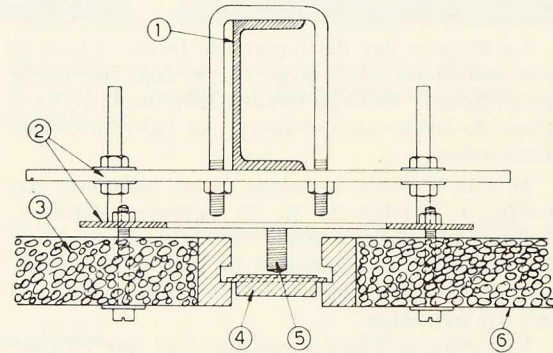


Fig. 2. Plan du rez-de-chaussée.

- 1. Laboratoire principal. —
- 2. Lavatoires. — 3. Cabine électrique. — 4. Bureau. —
- 5. Poste de secours. —
- 6. Réfectoire.

Fig. 3 (ci-dessous). Détail de la fixation des panneaux de plafond.

- 1. Fer U (ossature).
- 2. Attaches réglables.
- 3. Panneaux de plafond en liège.
- 4. Couvre-joint en aluminium.
- 5. Goujons de fixation pour cloisons amovibles.
- 6. Aluminium perforé.



L'exigence d'avoir à chaque étage une surface libre sans colonnes a conduit à prévoir une portée de 15,25 m et des espaces clos pour y cacher les conduites et tuyauteries, et l'on fut tout naturellement amené à donner une hauteur relative importante.

Comme les tuyaux de toutes sortes sont très nombreux dans un bâtiment du genre de celui des I. C. I. l'emploi du béton armé ou précontraint aurait été une gêne.

Toute la construction fut en conséquence réalisée en charpente métallique en treillis. De cette

façon dans les poutres, les piliers et les contreventements il y a suffisamment de place pour loger les tuyaux, conduites et gaines. Il était évidemment nécessaire que les panneaux du treillis coïncident avec le module de 1,22 m pour rendre facile la fixation des tuyaux. Enfin il était essentiel d'employer un matériau léger durable pour remplir l'espace entre les fenêtres et de réaliser le revêtement du bâtiment. Grâce à l'emploi de panneaux facilement amovibles, on arriva à monter rapidement et à occuper les locaux dans un délai réduit.

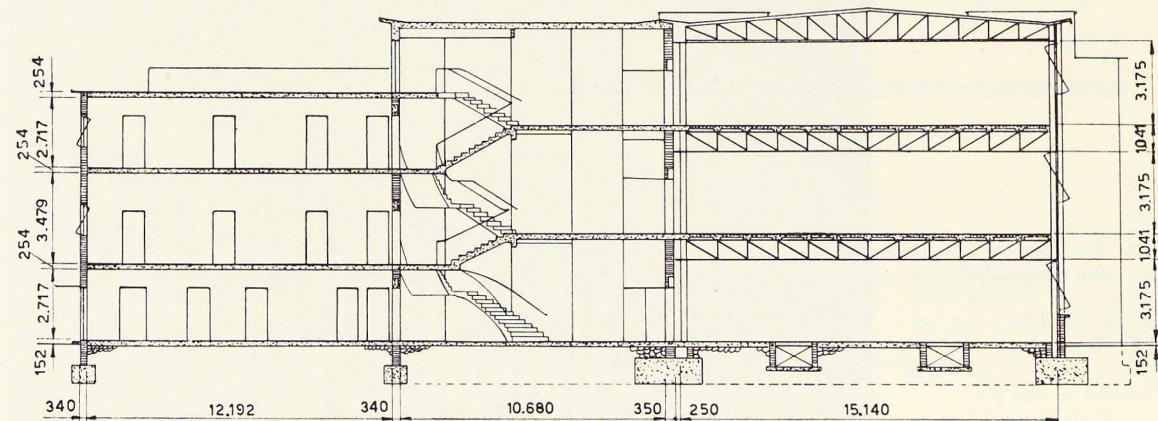
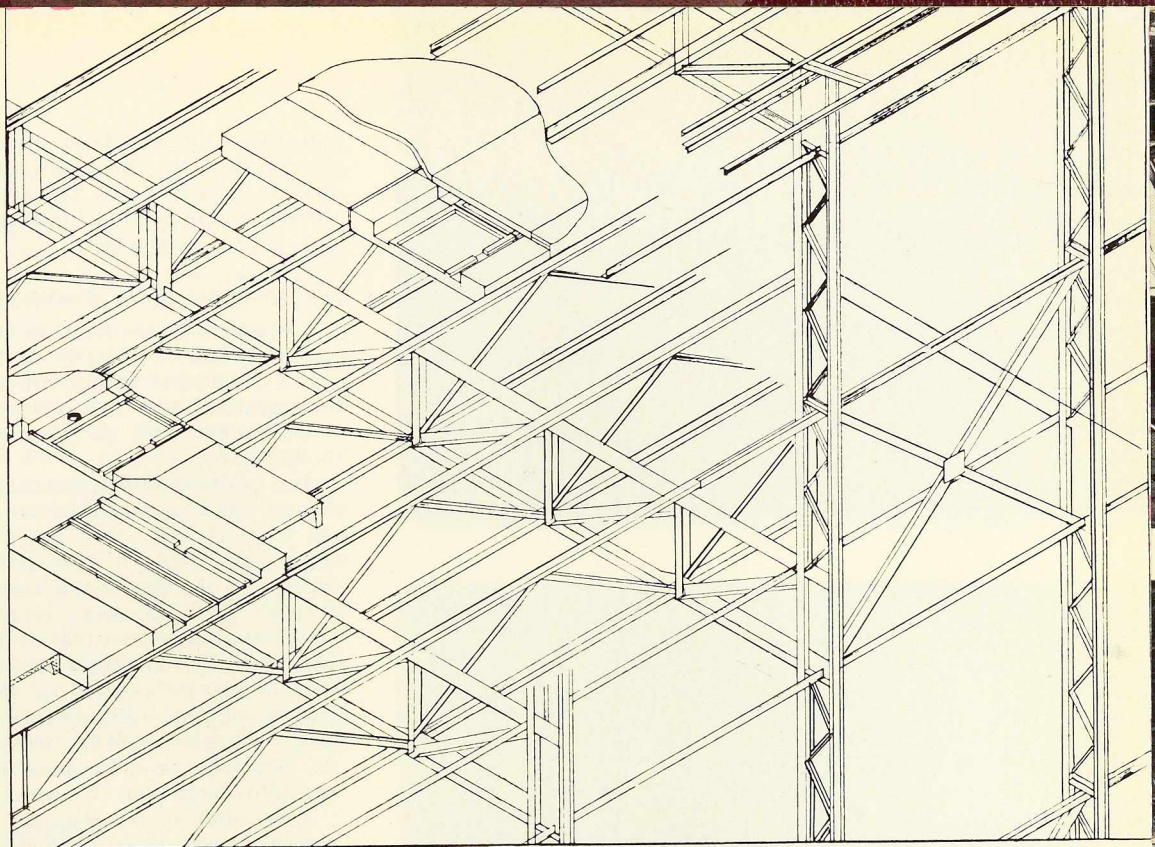


Fig. 4. Coupe AB à travers le bâtiment.

Fig. 5. Coupe axonométrique de la charpente métallique du bâtiment abritant les laboratoires de recherches.



Détails de construction

Fondations

Un sol de bonne qualité se trouvait à une profondeur de 1 m environ sous le niveau du sol naturel. On a donc adopté des semelles en béton comme fondations des murs de poutour.

Plancher du rez-de-chaussée

Le plancher du rez-de-chaussée est constitué par une dalle en béton armé, composée de panneaux interrompus par les conduites principales et secondaires. Il y a deux conduites principales établies dans le sens longitudinal, de 1,55 m de largeur, 91,5 cm de profondeur chacune, deux conduites secondaires longitudinales le long de chaque mur de poutour de 15 cm de largeur et de 45 cm de profondeur. Il existe enfin deux conduites latérales à travers le bâtiment, espacées de 7,30 m d'axe en axe, de 89 cm de largeur et de 45 cm de profondeur.

Pour rapporter la charpente métallique au module de 1,22 m sur lequel est basé le plan, les piliers et les poutres principales ont été placés à

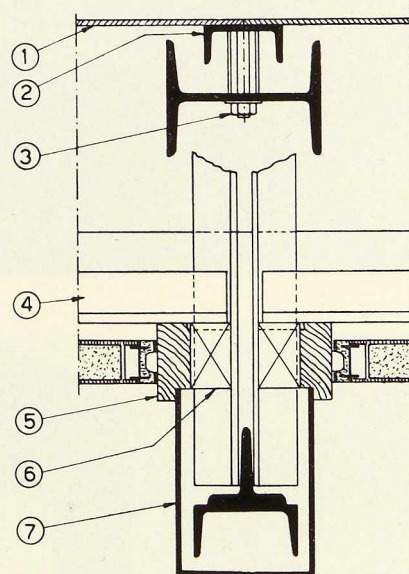
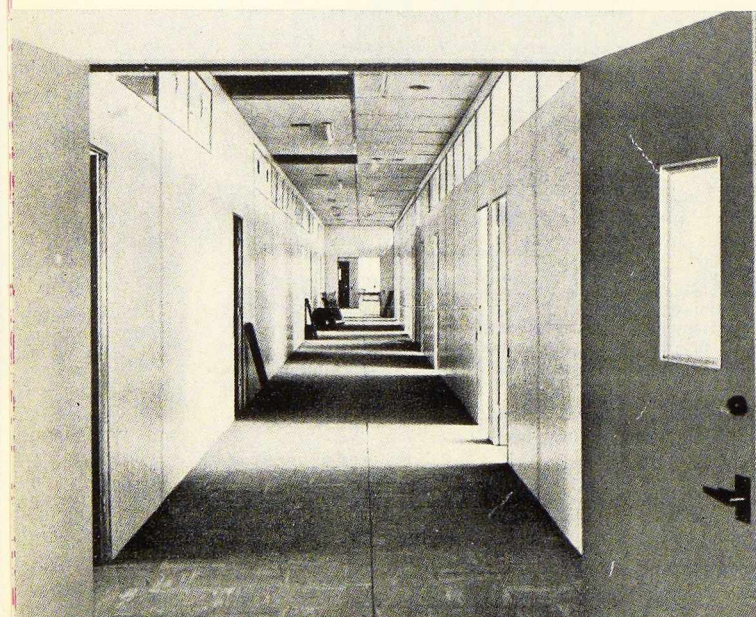
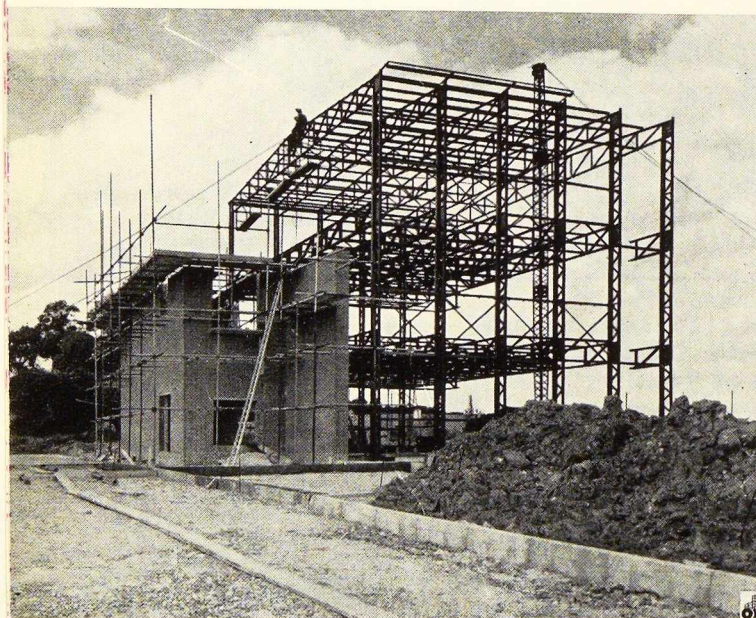
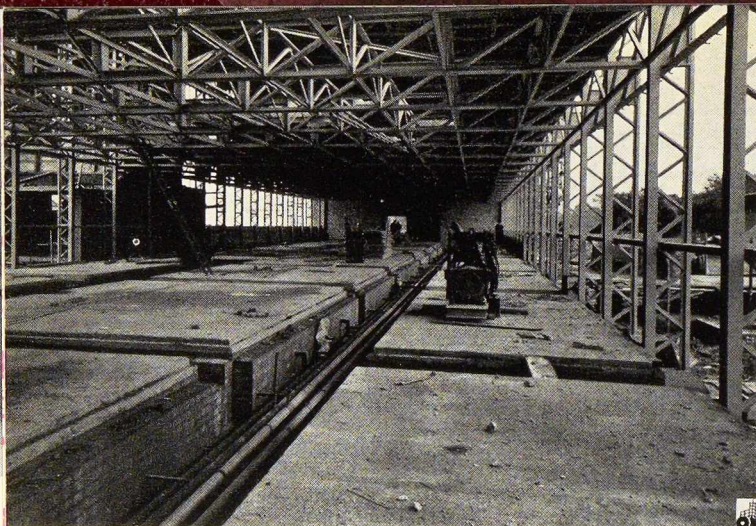


Fig. 6. Détail du revêtement extérieur.

1. Paroi en plastique. — 2. Fer U. — 3. Boulon et barre d'écartement. — 4. Contreventement. — 5. Fourrure en bois. — 6. Briques. — 7. Revêtement métallique.

Document « Architect Building News ».



un écartement de 2,44 m, avec des entretoises disposées dans le sens longitudinal et espacées de 1,22 m d'axe en axe. Des tirants latéraux auxiliaires ont été placés à l'intervalle de 1,22 m entre les poutres principales.

Composition de la charpente

Les piliers en treillis de la charpente sont composés de fers U $4'' \times 2''$ (101×51 mm) et de fers I de $6'' \times 4''$ (152×101 mm) entretoisés par des cornières de $1\ 3/4'' \times 1\ 3/4''$ (44×44 mm).

On obtient ainsi un caisson de $1/8'' \times 6''$ (508×152 mm).

Les poutres principales ont une hauteur de 76 cm, elles sont constituées par deux cornières de $3'' \times 4''$ (76×101 mm) soudées ensemble pour former un T dans les membrures supérieures et inférieures des cornières de $2\ 1/2'' \times 2\ 1/2''$ (63×63 mm) comme diagonales, les montants étant constitués de deux de ces mêmes cornières. Les montants sont écartés de 1,22 m.

Bien que les poutres en treillis, de par leur nature, offrent suffisamment de liberté pour la pose des conduites, il fut nécessaire dans le centre du bâtiment, de créer dans ces poutres un passage plus large pour les gaines d'air et de fumée.

A cet effet on remplaça les diagonales par un caisson soudé dans trois des panneaux de la poutre.

Le contreventement et l'entretoisement longitudinal et transversal entre les poutres principales est formé d'une manière générale par des cornières de $2'' \times 2''$ (51×51 mm) avec dans certains cas, des éléments soudés construits spécialement pour obtenir l'élément désiré.

L'ensemble de la charpente fut dans une certaine mesure déterminé par le fait qu'il fallait construire pendant une période de pénurie d'acier.

La toiture est du type à faible pente et les fermes suivent le gabarit des poutres; elles sont écartées de 2,44 m d'axe en axe.

Entre les fermes, des pannes en fers U de $6'' \times 3''$ (152×76 mm) portent la couverture.

En parlant de la fabrication de la charpente, il faut noter les difficultés de transport, car on avait décidé de construire le plus grand nombre possible d'éléments en atelier. Les piliers furent construits par soudure en atelier en tronçons de 12,30 m : à ces piliers on assemblait par soudure, des tronçons de poutres et fermes d'une longueur

Fig. 7 à 9 (de haut en bas). Intérieur du laboratoire principal (en construction). Vue partielle de la charpente en acier. Cloisons d'un dégagement réalisées en panneaux Holoplast.

de 1,22 m. Les poutres de planchers et les fermes de toiture furent également soudés en atelier. Ce mode de fabrication permettait d'assembler des unités maxima admises pour le transport par route, depuis les ateliers de construction qui se trouvaient dans le comté de Shropshire jusqu'au chantier. Le montage et le soudage sur place se limitaient par conséquent à assembler les poutres et les fermes aux extrémités des colonnes et à fixer les éléments de contreventement.

Le bâtiment comporte un rez-de-chaussée et deux étages d'une portée libre de 14,64 m (12 modules) et d'une longueur de 53,68 m (44 modules) sans appui intermédiaire. La charpente métallique en treillis a demandé la mise en œuvre de 196 t d'acier contre 350 t qui auraient été nécessaires pour une ossature du type classique, composée de colonnes et poutres.

Le montage sur chantier, effectué pendant la belle saison, a pris huit semaines. L'ossature a été calculée comme un ouvrage autoportant, indépendant des murs se trouvant aux extrémités du bâtiment; ces murs forment un ensemble avec les cages d'escaliers mais restent indépendants de l'ossature métallique.

Planchers intermédiaires

Ces planchers permettent l'accès aux tuyauteries locales, alors que les tuyauteries des services généraux sont accessibles par les plafonds démontables.

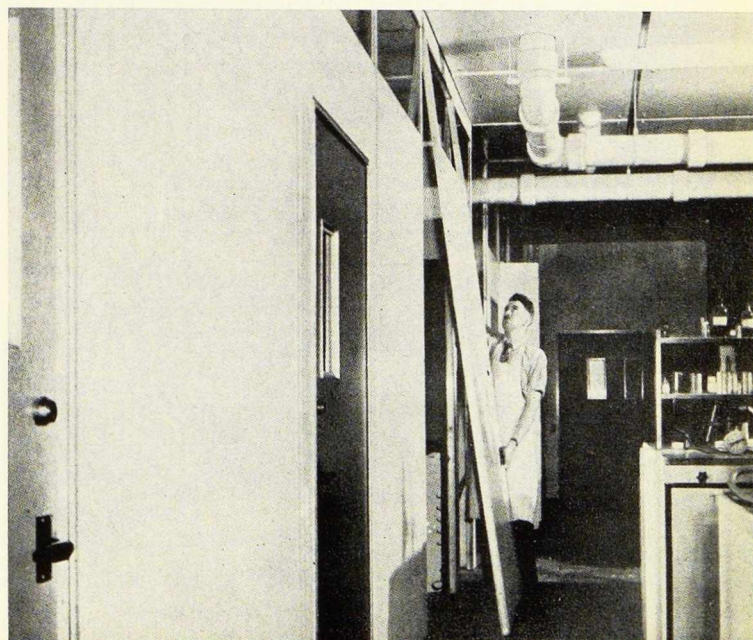
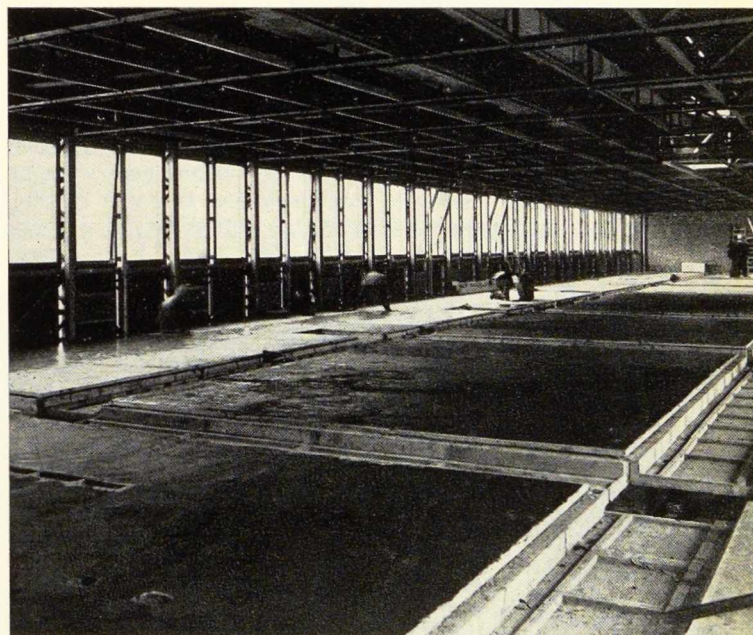
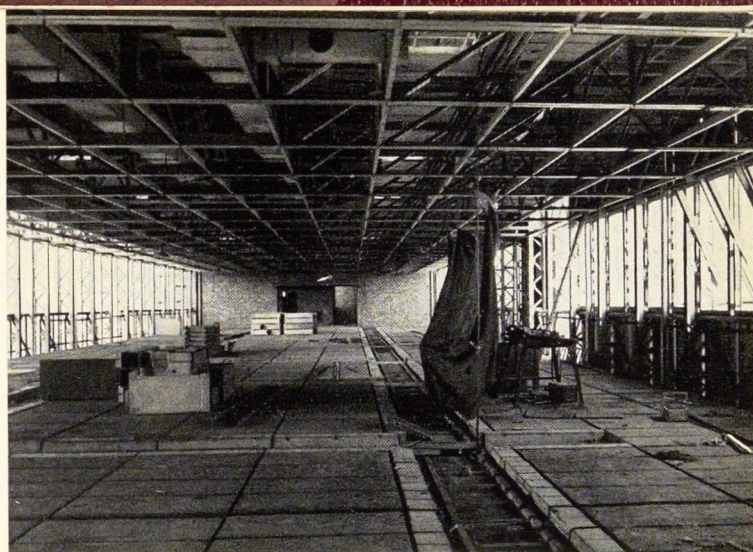
Ces panneaux de plafond sont constitués par des blocs de laitier spongieux moulés d'avance; ils ont une largeur de 61 cm et une portée de 1,22 m. Ils reposent librement sur l'ossature par l'intermédiaire d'une bande isolante de feutre bitumé.

Cages d'escalier

Les cages d'escalier établies à chaque extrémité du bloc sont des constructions du type courant avec murs portants en briques, l'escalier et les paliers étant en béton armé coulé sur place.

La conception de l'aile nord a été dictée par le fait que cette aile doit pouvoir former un lien entre le bâtiment et la cage d'escalier commune desservant un des futurs blocs de laboratoire.

Fig. 10 à 12 (de haut en bas). Deux vues du laboratoire principal montrant notamment la poutraison du plancher. Agrandissement d'un local par simple enlèvement de quelques panneaux de cloison.



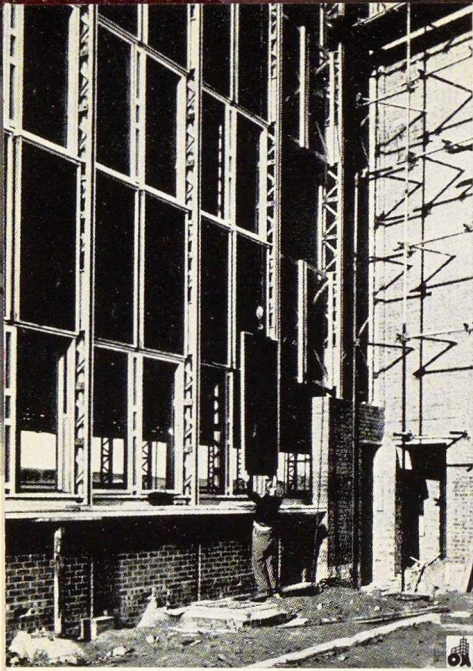


Fig. 13. Mise en place d'un panneau en Holoplast.

Revêtement extérieur

Les panneaux extérieurs sont en Holoplast de couleur brune, traités à la boucharde. Ils sont pourvus d'une isolation thermique en laine de verre et sont encadrés d'éléments en alliage d'aluminium rendus étanches au moyen de joints en caoutchouc. Ces panneaux sont

suspendus au contreventement de la charpente par des crochets faisant partie du panneau. Chaque panneau s'encastre entre le revêtement des colonnes et celui des gaines verticales. Les panneaux qui ont une épaisseur de $1 \frac{7}{16}$ " (36,5 mm), leurs dimen-

sions étant de $2,13 \times 1,07$ m et pesant 40 kg, constituent une bonne protection contre les intempéries sans application de décoration, évitant ainsi tout entretien.

Les deux façades ont au total 252 panneaux qui ont été mis en place par cinq ouvriers en trois semaines malgré le mauvais temps et la gelée qui sévissaient à l'époque.

Cloisons

L'importance d'un démontage et remontage faciles des cloisons entre les différents laboratoires a déjà été mentionnée comme une des exigences essentielles à remplir. A cet effet on a utilisé des cloisons amovibles système Holoplast. Le module de 1,22 m ayant été respecté, les cloisons peuvent s'adapter dans n'importe quelle position dans un réseau à mailles de 1,22 m de côté.

Il y a en général trois types de cloisons : panneaux pleins, panneaux partiellement vitrés et panneaux de portes. Chaque panneau possède un encadrement léger en aluminium. La largeur des panneaux est de $3 \frac{1}{10}$ " , les 2" formant la différence entre cette largeur et le module servant à loger les attaches qui sont cachées par une bande de couverture. La fixation de tête de chaque panneau est boulonnée aux ferrures qui servent à la suspension des panneaux du plafond. Le bas de chaque panneau de cloison est vissé au plancher. Les bandes de couverture dont question ci-dessus sont assujetties par une fixation à ressort. Le démontage des panneaux est ainsi obtenu par l'enlèvement de cette bande et le desserrage des fixations ainsi découverts.

*
**

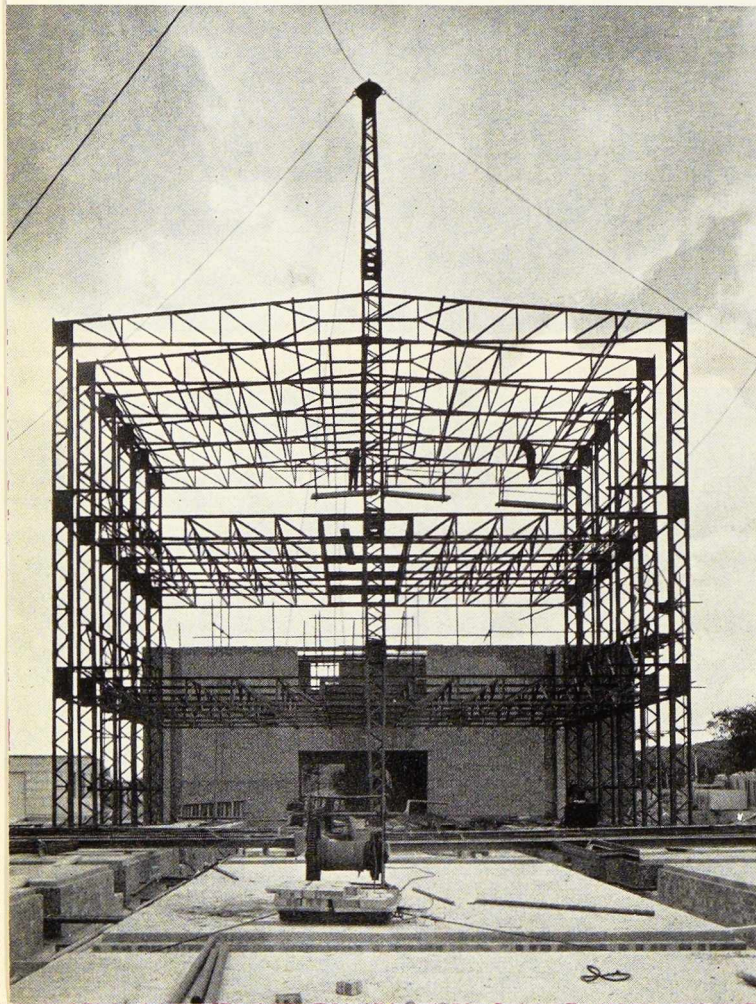
Ainsi qu'il a été dit plus haut, les nouveaux bâtiments des I. C. I. sont l'œuvre de l'Architecte E. J. Jefferiss Mathews, qui s'est adjoint la collaboration de M. Felix Samuely, Ingénieur-Conseil.

L'entreprise générale a été confiée à la firme Holland & Hannen & Cubitts Ltd. La charpente métallique a été fournie par les Ateliers de Construction Sommerfelds Ltd.

L'ensemble des constructions érigées à Welwyn City, constitue un important centre de l'industrie chimique britannique, dont la conception et la réalisation font honneur à l'architecte et ses collaborateurs.

Fig. 14. Charpente métallique en cours de montage.

Document Holland & Hannen & Cubitts Ltd.



E. Robert
 et
 L. Musette,
 Ingénieurs-Conseils

Le calcul des ossatures étagées à cellules multiples sous l'action du vent

Considéré en toute rigueur, le calcul des ossatures étagées à cellules multiples sous l'action du vent donne lieu à des équations tellement nombreuses et compliquées que l'on se heurte à l'impossibilité pratiquement absolue d'aboutir à une solution numérique. Cela résulte de ce que le nombre d'inconnues hyperstatiques étant de trois par cellule, une ossature comportant par exemple huit étages et sept cellules par étage relève d'un système de $3 \times 8 \times 7 = 168$ équations à 168 inconnues. L'impossibilité de résolution rigoureuse d'un tel système est évidente d'un point de vue pratique.

Nous allons montrer que moyennant quelques hypothèses de caractère très rationnel, on peut ramener le problème à la plus grande simplicité.

Enoncé de la thèse

Moyennant les hypothèses suivantes :

1° Les déformations dues aux efforts normaux et aux efforts tranchants sont négligeables.

2° Les traverses horizontales d'un même étage ont le même « coefficient de raideur » : $\frac{l}{EI} = \text{constante}$ dans un même étage (cette constante pouvant varier d'un étage à l'autre) (fig. 1).

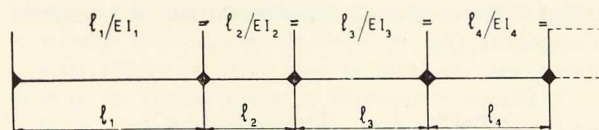


Fig. 1.

3° Dans un même étage, les tronçons de montants intérieurs ont le même moment d'inertie I_i et les tronçons correspondants de rive ont un moment d'inertie I_r égal à la moitié de celui des tronçons intérieurs ($I_r = \frac{I_i}{2}$). Cette condition vaut pour chaque étage, I_i pouvant varier *ad libitum* d'un étage à l'autre, de même que la hauteur h peut également varier d'un étage à l'autre (fig. 2).

4° On ne considère que des actions du vent appliquées aux nœuds.

Ces hypothèses admises, nous posons la thèse suivante :

1° Le calcul *rigoureux* d'une telle ossature se ramène à une seule inconnue par étage quel que soit le nombre de ceux-ci et quel que soit le nombre de cellules par étage.

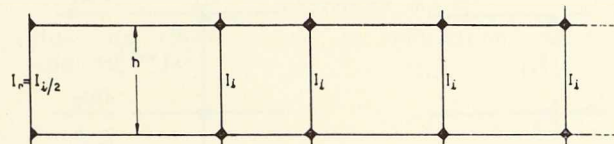


Fig. 2.

2° Les équations de résolution sont celles de Clapeyron. En d'autres termes, les hypothèses sus-énoncées ramènent les calculs à la simplicité de ceux d'une poutre continue d'autant de travées que l'ossature comporte d'étages.

Démonstration de la thèse

1° Établissons d'abord la propriété suivante :

Lorsque les traverses d'un étage sont supposées indéformables sous l'effort normal, on peut remplacer l'effort du vent W , agissant horizontalement en un nœud extérieur, par une série d'efforts horizontaux w en nombre quelconque, de valeurs différentes quelconques et agissant en divers points quelconques de la traverse, avec la seule condition :

$$\Sigma w = W$$

Cette propriété est immédiate, attendu que dans l'hypothèse susdite et quant aux efforts généraux développés dans le système, il est pratiquement impossible de distinguer l'une ou l'autre des sollicitations.

2° Cela étant, considérons une ossature multiple quelconque et remplaçons l'effort W , appliqué par exemple au nœud extérieur de gauche d'un étage, par une série d'efforts disposés comme suit (fig. 3) :

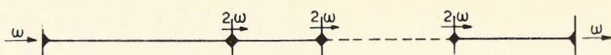


Fig. 3.

- a) Un effort w à chaque nœud *extérieur*;
- b) Un effort $2w$ à chaque nœud *intérieur*.

Si l'ossature comporte n travées par étage, cela revient à poser :

$$w + w + 2w(n - 1) = W$$

soit

$$w = \frac{W}{2n} \quad \text{et} \quad 2w = \frac{W}{n}$$

3° La sollicitation équivalente étant ainsi envisagée à chaque étage, rendons l'ossature isostatique par des coupes totales pratiquées au milieu des traverses.

Dans ces conditions, il est visible que les « potences multiples » isolées par les coupes sont de deux types.

a) Les potences de rive (gauche ou droite) répondent au schéma ci-dessous (fig. 4) :

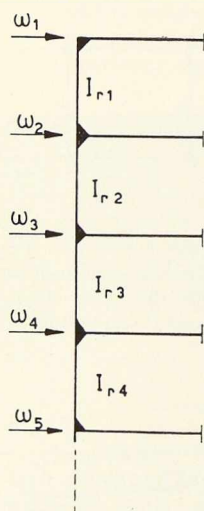


Fig. 4.

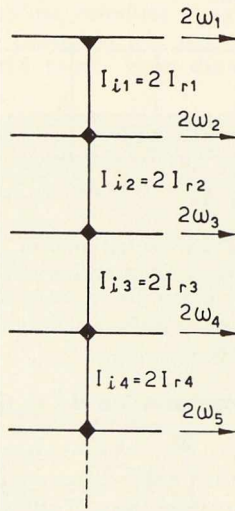


Fig. 5.

Un coup d'œil sur les schémas suffit à montrer que, sous l'effet des sollicitations envisagées, les potences de rive se déforment d'une manière identique aux potences intérieures (sollicitation homologue réduite de moitié, raideurs homologues réduites de moitié).

Mais dès l'instant où les déformations sont identiques, il résulte que chaque coupe se présente comme suit après déformation (fig. 6) :

Explicitement : la sollicitation ne donne lieu qu'à un déplacement relatif vertical Δw , à l'exclusion de déplacement relatif horizontal ou angulaire.

4° Considérons maintenant le système coupé soumis

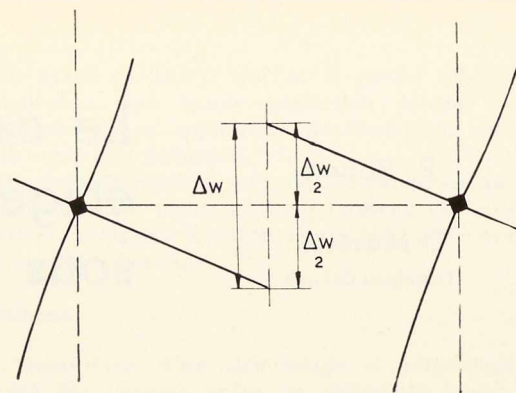


Fig. 6.

à la seule action de paires d'efforts verticaux, égaux et opposés, disposés aux coupes de la manière suivante :

Soient les traverses d'un même étage coupées en leur milieu et de longueur l_1, l_2, l_3, \dots . Pour l'étage considéré, choisissons un effort V quelconque et appliquons :

les efforts V/l_1 à la coupe dans l_1 ,
 les efforts V/l_2 à la coupe dans l_2 ,
 les efforts V/l_3 à la coupe dans l_3 , etc. (fig. 7).

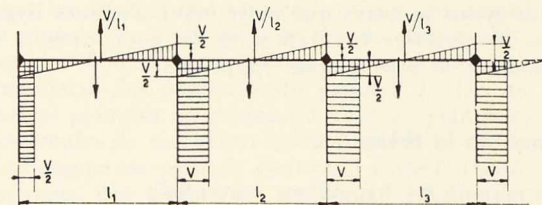


Fig. 7.

Dans le cadre de nos hypothèses (traverses d'un même étage d'égales raideurs et montants intérieurs de raideur double de celle des montants de rive) nous voyons à nouveau immédiatement que les déformations dues aux états V/l se réduisent à chaque coupe d'un même étage à un seul et identique déplacement relatif vertical, à l'exclusion de déplacement relatif horizontal ou angulaire (fig. 8).

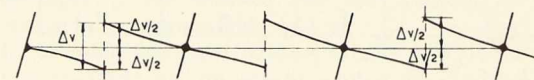


Fig. 8.

5° Concluons :

a) Pour la sollicitation Σw équivalente à l'effet du vent W , les coupes d'un même étage subissent un déplacement relatif vertical identique. Si nous repérons par E_1, E_2, E_3, \dots les étages successifs, la sollicitation Σw équivalente au vent donne donc lieu à :



un déplacement relatif vertical Δw_1 dans chaque coupe de E_1 ,
 un déplacement relatif vertical Δw_2 dans chaque coupe de E_2 ,
 un déplacement relatif vertical Δw_3 dans chaque coupe de E_3 , etc.

b) D'autre part, pour des sollicitations V/l appliquées comme susdit, soit

$$\begin{aligned} &V_1/l_1, V_1/l_2, V_1/l_3 \text{ aux coupes de } E_1, \\ &V_2/l_1, V_2/l_2, V_2/l_3 \text{ aux coupes de } E_2, \\ &V_3/l_1, V_3/l_2, V_3/l_3 \text{ aux coupes de } E_3, \end{aligned}$$

on constate :

un déplacement relatif vertical $(\Delta v)_1$ aux coupes de E_1 ;
 un déplacement relatif vertical $(\Delta v)_2$ aux coupes de E_2 ;
 un déplacement relatif vertical $(\Delta v)_3$ aux coupes de E_3 .

Cela étant, comme nous disposons arbitrairement des efforts V_1, V_2, V_3, \dots , nous pouvons faire en sorte de réaliser un nombre égal de conditions :

$$\begin{aligned} (\Delta v)_1 &= \Delta w_1 ; \\ (\Delta v)_2 &= \Delta w_2 ; \\ (\Delta v)_3 &= \Delta w_3, \text{ etc.} \end{aligned}$$

Ce qui revient à avoir démontré que l'on peut annuler les déplacements dus au vent dans le système isostatique de référence, à l'aide de seuls efforts tranchants V/l appliqués aux coupes à raison d'une seule inconnue V par étage.

En d'autres termes, comme nous l'avons formulé dans notre thèse :

Une ossature à cellules multiples répondant à nos hypothèses et comportant n étages à c cellules par étage peut se calculer rigoureusement moyennant une seule inconnue par étage, quels que soient n et c .

Résolution pratique du système

Si l'on voulait résoudre la question à partir des inconnues initiales V utilisées pour les besoins de la précédente démonstration, on constaterait que ce type d'inconnues mène à des équations complètes dont la résolution devient rapidement hors de question lorsque le nombre d'inconnues est élevé.

Nous allons montrer que la méthode des groupes ramène les choses à la plus élémentaire simplicité.

Etant donné l'identité des déformations en cause dans le problème, il est aisé de voir qu'on peut se limiter à la considération d'une seule potence extérieure et formuler la question comme suit :

Etant donnés les efforts w_1, w_2, w_3, \dots provoquant les déplacements verticaux $\Delta w_1, \Delta w_2, \Delta w_3, \dots$ aux extrémités des potences (fig. 9), calculer les groupes G_1, G_2, G_3, \dots disposés comme indiqué (fig. 10) et qui annulent les déplacements Δw . (N. B. — Pour ne pas alourdir l'exposé de coefficients inutiles, nous désignons ici par Δw ce que nous avons désigné par $\Delta w/2$ dans la figure 6.)

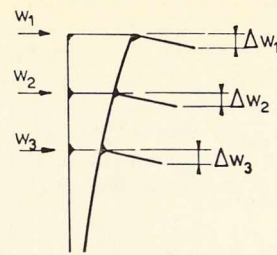


Fig. 9.

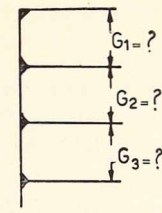


Fig. 10.

On sait que la réponse à cette question est donnée par des équations du type :

$$\Sigma G_a \cdot \delta_{ab}^0 = \delta_{a.w}^0,$$

dans lesquelles :

G_a ($a=1$ à n) sont les n inconnues à déterminer

$$\begin{aligned} \delta_{ab}^0 &= \int_s M_{sa}^0 \cdot M_{sb}^0 \frac{ds}{EI} \\ \delta_{aw}^0 &= \int_s M_{sa}^0 \cdot M_{sw}^0 \frac{ds}{EI} \end{aligned}$$

avec M_{sa}^0 (M_{sb}^0) = diagramme des M_f dus à l'état unitaire $G_a=1$ ($G_b=1$)

M_{sw}^0 = diagramme des M_f

dus aux efforts w de la sollicitation extérieure (fig. 12) (1).

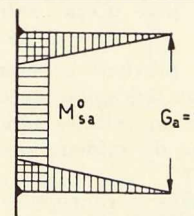


Fig. 11.

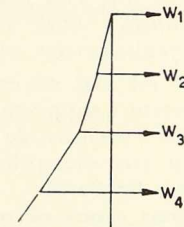


Fig. 12. Diagramme des M_{sw}^0 .

Si l'on considère qu'un « état unitaire » $G_a=1$ donne lieu (fig. 11) à un diagramme M_{sa}^0 limité aux seuls éléments de la cellule intéressée, on conclut immédiatement à $\delta_{ab}^0=0$ pour b égal ou supérieur à $a+2$: ce qui signifie que les équations aux groupes G sont du type « Clapeyron ». Elles sont caractérisées par le demi-déterminant suivant :

$$\begin{array}{cccccc|c} \delta_{11} & \delta_{12} & 0 & 0 & 0 & 0 & \delta_{1w} \\ & \delta_{22} & \delta_{23} & 0 & 0 & 0 & \delta_{2w} \\ & & \delta_{33} & \delta_{34} & 0 & 0 & \delta_{3w} \\ & & & \delta_{44} & \delta_{45} & 0 & \delta_{4w} \\ & & & & \delta_{55} & \delta_{56} & \delta_{5w} \\ & & & & & & \text{etc.} \end{array}$$

(1) Nous ne pouvons songer à exposer ici la théorie des groupes « ex-professo ». Nous signalons aux lecteurs que la question intéresse qu'ils trouveront cette théorie abondamment appliquée à tous les systèmes courants dans notre ouvrage *Le calcul des systèmes hyperstatiques*, Robert et Musette, Editions Desoer, Liège, 1945.

La solution est la suivante :

$$G_n = -\frac{\delta^{n-1}_{nw}}{\delta^{n-1}_{nn}}$$

$$G_{n-1} = -\frac{\delta^{n-2}_{n-1 \cdot w}}{\delta^{n-2}_{n-1 \cdot n-1}} + Z_{n-1} \cdot n \cdot G_n$$

$$\vdots$$

$$G_2 = -\frac{\delta^1_{2w}}{\delta^1_{22}} + Z_{23} \cdot G_3$$

$$G_1 = -\frac{\delta^0_{1w}}{\delta^0_{11}} + Z_{12} \cdot G_2$$

On voit que le système ci-dessus fournit la valeur de toutes les inconnues, l'une après l'autre en fonction de la précédente, pour autant que les termes des seconds membres soient déterminés.

On se procure aisément ceux-ci par l'algorithme de Gauss en fonction du δ^0 du système isostatique. Dans notre système de notation, les $Z_{a \cdot a+1}$ sont définis comme suit en fonction des δ de Gauss

$$Z_{a \cdot a+1} = -\frac{\delta^{a-1}_{a \cdot a+1}}{\delta^{a-1}_{a \cdot a}}$$

Application pratique de la méthode

Si l'on appliquait à un cas concret le dispositif de résolution décrit ci-dessus, il faudrait effectuer toutes les opérations avec la plus grande précision numérique, sous peine d'entacher les calculs d'erreurs provenant de ce que l'on opère sur des « différences de grands nombres » dont chacun s'écarte peu d'une valeur moyenne.

Il est aisé de comprendre d'où provient ce risque d'erreur : supposons par exemple qu'il s'agisse de calculer l'ossature de huit étages à cinq cellules répondant aux dimensions et conditions de raideur consignées figure 13.

Nous avons vu que tout se ramène à considérer la potence isostatique de rive affectée d'efforts $w = \frac{W}{2n}$. Dans cette potence, les efforts w déterminent un diagramme des M^0_{sw} tel que l'indique la figure 12 ci-avant.

Considérons une portion de ce diagramme relative à un étage a quelconque. Elle affecte la forme d'un trapèze (fig. 14). Les moments fléchissants dus au vent dans la potence isostatique et représentés par ce diagramme sont beaucoup plus grands que les moments affectant le système hyperstatique réel.

Ces derniers résultent, en effet, de la combinaison des M^0_{sw} ci-dessus avec les M^0_{sGa} dus au groupe G_a de l'étage considéré. Dans le montant en cause, les M^0_{sGa} ont l'allure indiquée figure 15.

Les moments réels dans le système hyperstatique procèdent de la différence $M^0_{sw} - M^0_{sGa}$. Le diagramme des moments réels est représenté figure 16.

L'examen de ces schémas montre que la moindre erreur relative commise dans la détermination numérique de G_a (et par conséquent de M^0_{sGa}) peut fausser considérablement les valeurs finales $M_{b \text{ réel}}$ et $M_{h \text{ réel}}$.

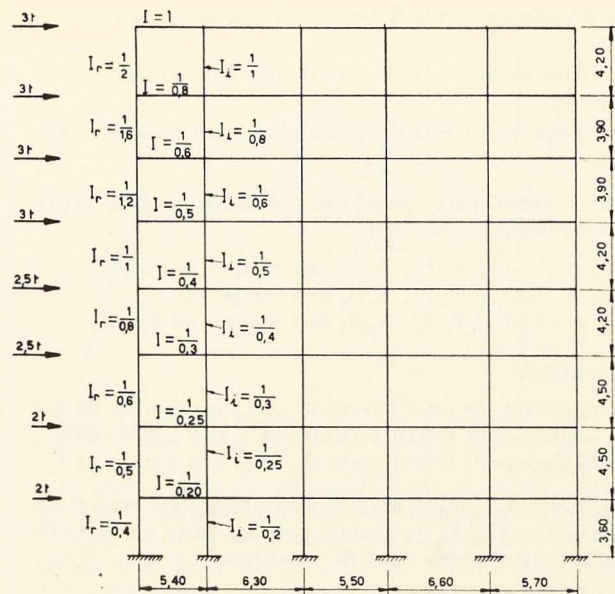


Fig. 13.

Il est extrêmement aisé de tourner cette difficulté : Pour ce faire, il suffit d'observer que la mise en équations d'un problème hyperstatique est susceptible de plusieurs énoncés.

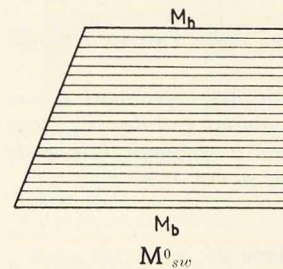


Fig. 14. Étage a.

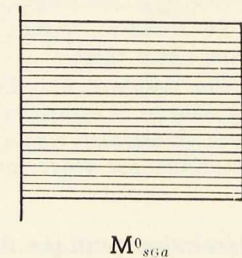


Fig. 15. Étage a.

Reprenons celui que nous avons formulé plus haut :

« La sollicitation extérieure (les efforts w) étant considérée sur le système isostatique de référence (la potence de rive), se traduisant par le diagramme des M^0_{sw} et donnant lieu aux déplacements Δw aux extrémités des branches horizontales, calculer les groupes G_1 à G_n tels que l'effet de ces groupes combiné à celui des efforts extérieurs w annule les déplacements Δw susdits. »

Cela étant, remarquons que nous pouvons substituer à cet énoncé le suivant :

« Considérons sur le système isostatique de référence une sollicitation constituée comme suit :

- » 1° Les vrais efforts extérieurs w ;
 - » 2° Des groupes G_1 à G_n choisis *ad libitum*.
- » Symbolisons cette sollicitation par l'indice m . Elle donne lieu à des M^0_{sm} (au lieu des M^0_{sw}) et à des déplacements Δm (au lieu de Δw).

Cela étant, il est possible de calculer les groupes G_1' à G_n' qu'il faut adjoindre à la sollicitation m ci-dessus pour annuler les déplacements Δm .

Il est évident qu'en possession de ces groupes G' et de leurs $M_{sG'}^0$, la solution du système hyperstatique s'exprime par

$$M_{\text{réel}} = M_{sm}^0 + M_{sG'}^0$$

Il est également évident que le problème ainsi posé relève d'une technique de résolution parfaitement identique à celle qui régit l'énoncé initial.

Dès lors, nous pouvons profiter du caractère arbitraire des valeurs attribuables aux groupes G à adjoindre aux efforts w pour les choisir comme suit :

Considérant le diagramme des M_{sw}^0 relatifs à un étage a nous choisissons comme groupe G_a celui dont le diagramme $M_{sG_a}^0$, soustrait de M_{sw}^0 , donne lieu à un diagramme M_{sm}^0 constitué par deux triangles égaux (fig. 17).

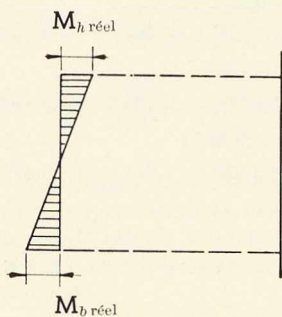


Fig. 16. $M_{\text{réels}} = M_{sw}^0 - M_{sG_a}^0$

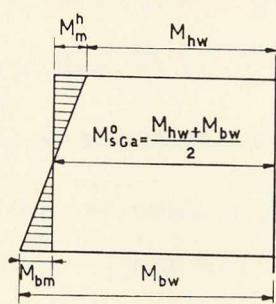


Fig. 17. Diagramme des $M_{sG_a}^0$ (hachuré).

On voit immédiatement que le diagramme des M_{sm}^0 est très voisin du diagramme des M_f réels du système hyperstatique. Cela veut dire que les groupes inconnus G' donneront lieu à des $M_{sG'}^0$ de faible valeur relative vis-à-vis des M_{sm}^0 . Les moments réels s'obtiendront par

$$M_{\text{réel}} = M_{sm}^0 - M_{sG'}^0 \quad (\text{fig. 18}).$$

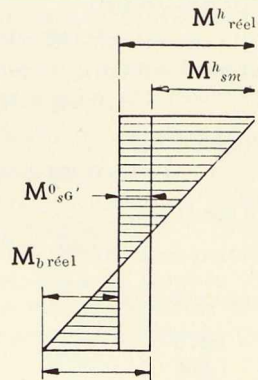


Fig. 18. $M_{b,m}$

Le simple examen du schéma montre que cette fois, une erreur relative appréciable dans la valeur de $M_{sG'}^0$ n'a qu'une faible incidence sur la valeur finale des M_f réels.

Conclusion. — En procédant de la manière énoncée, nous avons éliminé les risques d'erreurs provenant de « différences de grands nombres »; les opérations numériques peuvent être exécutées à la règle à calcul.

Remarquons, d'autre part, que le fait de travailler sur des diagrammes M_{sm}^0 réduits à des triangles égaux simplifie notablement le calcul des $\delta_{mG'}^0$ (termes indépendants des équations à résoudre). En effet :

$$\delta_{mG'}^0 = \int_s M_{sm}^0 \cdot M_{sG'}^0 \frac{ds}{EI}$$

Cette intégrale est applicable au montant et aux deux traverses horizontales d'un même étage. Or, elle est nulle dans le montant, en vertu de la forme des diagrammes :

$$\int_{\text{montant}} M_{sm}^0 \cdot M_{sG'}^0 \frac{ds}{EI} = 0$$

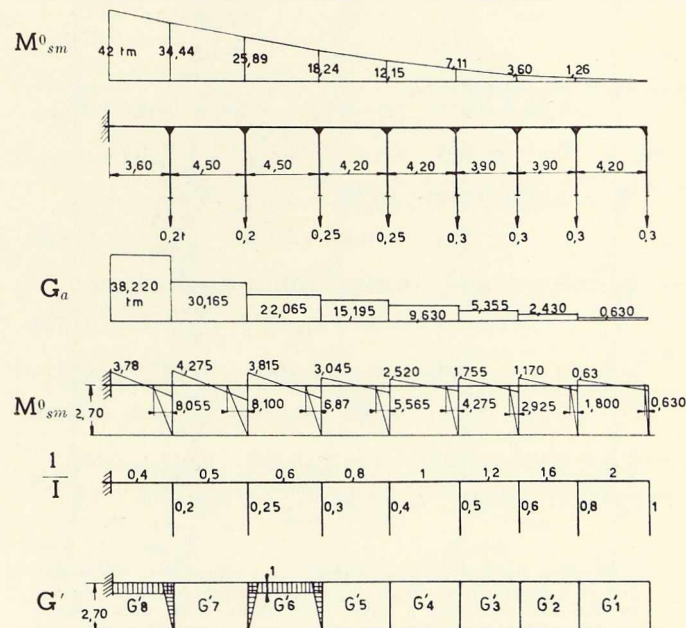
Une application numérique complètement détaillée va montrer l'extrême simplicité d'application de la méthode proposée.

Application numérique

Reprenons l'ossature à huit étages de cinq cellules (fig. 13).

La potence isostatique de rive est sollicitée par des efforts $\frac{W}{2n} = \frac{W}{10}$ (n = nombre de travées).

Diagramme des M_s^0 dans la potence de rive :



$$\text{Calcul des } \delta_{ab}^0 = \int M_{sa}^0 \cdot M_{sb}^0 \frac{ds}{EI} \quad (1)$$

$$\delta_{11}^0 = 4,20 \times 2 + \frac{2,70}{2} (1 + 0,8) = 8,40 + 1,62 = 10,02$$

$$\delta_{22}^0 = 3,90 \times 1,6 + 0,9(0,8 + 0,6) = 6,24 + 1,26 = 7,50$$

$$\delta_{33}^0 = 3,90 \times 1,2 + 0,9(0,6 + 0,5) = 4,68 + 0,99 = 5,67$$

$$\delta_{44}^0 = 4,20 \times 1 + 0,9(0,5 + 0,4) = 4,20 + 0,81 = 5,01$$

$$\delta_{55}^0 = 4,20 \times 0,8 + 0,9(0,4 + 0,3) = 3,36 + 0,63 = 3,99$$

$$\delta_{66}^0 = 4,50 \times 0,6 + 0,9(0,3 + 0,25) = 2,70 + 0,495 = 3,195$$

$$\delta_{77}^0 = 4,50 \times 0,5 + 0,9(0,25 + 0,2) = 2,25 + 0,405 = 2,655$$

$$\delta_{88}^0 = 3,60 \times 0,4 + 0,9 \times 0,2 = 1,44 + 0,180 = 1,62$$

$$\delta_{12}^0 = -\frac{2,70}{3} \times 0,8 = -0,72$$

$$\delta_{23}^0 = -0,9 \times 0,6 = -0,54$$

$$\delta_{34}^0 = -0,9 \times 0,5 = -0,45$$

$$\delta_{45}^0 = -0,9 \times 0,4 = -0,36$$

$$\delta_{56}^0 = -0,9 \times 0,3 = -0,27$$

$$\delta_{67}^0 = -0,9 \times 0,25 = -0,225$$

$$\delta_{78}^0 = -0,9 \times 0,20 = -0,18$$

Calcul des δ_{ab}^{a-1} selon l'algorithme de Gauss (2)

$$\delta_{11}^0 = 10,02 \quad \delta_{12}^0 = -0,72$$

$$Z_{12} = -\frac{\delta_{12}^0}{\delta_{11}^0} = +\frac{0,72}{10,02} = +0,0718$$

$$\delta_{22}^1 = \delta_{22}^0 + Z_{12} \cdot \delta_{12}^0 = 7,50 + 0,0718 \times (-0,72) = 7,500 - 0,052 = 7,448$$

$$\delta_{23}^0 = -0,54 \quad Z_{23} = +\frac{0,54}{7,448} = +0,0725$$

$$\delta_{33}^2 = 5,67 + 0,0725(-0,54) = 5,670 - 0,046 = 5,624$$

$$\delta_{34}^0 = -0,45 \quad Z_{34} = +\frac{0,45}{5,624} = +0,08$$

$$\delta_{44}^3 = 5,01 + 0,08(-0,45) = 5,010 - 0,036 = 4,974$$

$$\delta_{45}^0 = -0,36 \quad Z_{45} = +\frac{0,36}{4,974} = +0,0724$$

$$\delta_{55}^4 = 3,99 + 0,0724(-0,36) = 3,990 - 0,026 = 3,964$$

$$\delta_{56}^0 = -0,27 \quad Z_{56} = +\frac{0,27}{3,964} = +0,068$$

$$\delta_{66}^5 = 3,195 + 0,068(-0,27) = 3,195 - 0,018 = 3,177$$

$$\delta_{67}^0 = -0,225 \quad Z_{67} = +\frac{0,225}{3,177} = +0,0708$$

(1) Etant donné le caractère linéaire des fonctions M_{sa}^0 , M_{sb}^0 à intégrer et la limitation de chaque fonction à quelques barres du schéma, les δ_{ab}^0 sont calculables à partir de formules très simples établies une fois pour toutes et que l'on peut trouver en abondance pour tous les cas pratiques dans notre ouvrage précité.

(2) Voir notamment notre ouvrage précité.

$$\delta_{77}^6 = 2,655 + 0,0708(-0,225) = 2,655 - 0,016 = 2,639$$

$$\delta_{78}^0 = -0,18 \quad Z_{78} = +\frac{0,18}{2,639} = +0,068$$

$$\delta_{88}^7 = 1,620 + 0,068(-0,18) = 1,620 - 0,012 = 1,608$$

Calcul des δ_{mG}^0

$$\delta_{1m}^0 = +\frac{2,70}{3} \times 1 \times 0,63 - \frac{2,70}{3} \times 0,8 \times 1,8 = 0,9(1 \times 0,63 - 0,8 \times 1,8) = 0,9(0,63 - 1,44) = -0,729$$

$$\delta_{2m}^0 = 0,9(0,8 \times 1,8 - 0,6 \times 2,925) = 0,9(1,44 - 1,752) = -0,281$$

$$\delta_{3m}^0 = 0,9(0,6 \times 2,925 - 0,5 \times 4,275) = 0,9(1,752 - 2,138) = -0,347$$

$$\delta_{4m}^0 = 0,9(0,5 \times 4,275 - 0,4 \times 5,565) = 0,9(2,138 - 2,226) = -0,079$$

$$\delta_{5m}^0 = 0,9(0,4 \times 5,565 - 0,3 \times 6,87) = 0,9(2,226 - 2,061) = +0,148$$

$$\delta_{6m}^0 = 0,9(0,3 \times 6,87 - 0,25 \times 8,100) = 0,9(2,061 - 2,025) = +0,032$$

$$\delta_{7m}^0 = 0,9(0,25 \times 8,100 - 0,20 \times 8,055) = 0,9(2,025 - 1,611) = +0,373$$

$$\delta_{8m}^0 = +0,9 \times 0,2 \times 8,055 = +1,45$$

Calcul des δ_{mG}^{h-1}

$$\delta_{1m}^0 = -0,729$$

$$\delta_{2m}^1 = -0,281 + Z_{12} \delta_{1m}^0 = -0,281 + 0,0718(-0,729) = -0,281 - 0,052 = -0,333$$

$$\delta_{3m}^2 = -0,347 + 0,0725(-0,333) = -0,347 - 0,024 = -0,371$$

$$\delta_{4m}^3 = -0,079 + 0,08(-0,371) = -0,079 - 0,030 = -0,109$$

$$\delta_{5m}^4 = +0,148 + 0,0724(-0,109) = +0,148 - 0,008 = +0,140$$

$$\delta_{6m}^5 = +0,032 + 0,068(+0,140) = +0,032 + 0,010 = +0,042$$

$$\delta_{7m}^6 = +0,373 + 0,0768(0,042) = 0,373 + 0,003 = +0,376$$

$$\delta_{8m}^7 = +1,45 + 0,068(0,376) = 1,45 + 0,025 = +1,475$$

Extraction des inconnues G'

$$G_8' = -\frac{\delta_{8m}^7}{\delta_{88}^7} = -\frac{1,475}{1,608} = -0,920$$

$$G_7' = -\frac{\delta_{7m}^6}{\delta_{77}^6} + Z_{78} \cdot G_8' = -\frac{0,376}{2,639} + 0,068(-0,92) = -0,142 - 0,063 = -0,205$$

$$G_6' = -\frac{0,042}{3,177} + 0,0708(-0,205) = -0,013 - 0,015 = -0,028$$



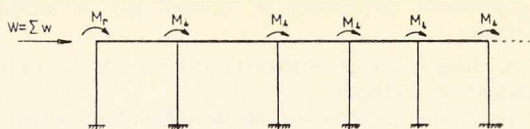


Fig. 19.

$$G_5' = -\frac{0,140}{3,964} + 0,068(-0,028) = -0,035 - 0,002 = -0,037$$

$$G_4' = +\frac{0,109}{4,474} + 0,724(-0,037) = +0,022 - 0,003 = +0,019$$

$$G_3' = +\frac{0,371}{5,624} + 0,08(0,019) = +0,066 + 0,001 = +0,067$$

$$G_2' = +\frac{0,333}{7,448} + 0,0725(0,067) = +0,045 + 0,005 = +0,050$$

$$G_1' = +\frac{0,729}{10,02} + 0,0718(0,050) = +0,073 + 0,003 = +0,076$$

Conclusion. — La détermination complète des inconnues hyperstatiques du cas étudié se ramène à trois pages de calculs élémentaires que l'on peut effectuer à la règle et qui n'exigent que quelques heures de travail attentif.

Critique de la méthode

L'extrême simplicité de la méthode exposée ci-dessus ne dispense pas d'un examen critique répondant à la question suivante: « Dans quelle mesure nos hypothèses cadrent-elles avec la réalité, c'est-à-dire avec un système réel de la pratique? » Passons ces hypothèses en revue:

1° On néglige les déformations dues aux efforts normaux et aux efforts tranchants. Aucun commentaire ne s'impose au sujet de cette simplification couramment et valablement adoptée par tous les calculateurs;

2° On suppose que les traverses d'un même étage ont le même coefficient de raideur $\frac{l}{EI}$. Cette hypothèse est rationnelle et pratiquement conforme à la réalité pour autant que les surcharges verticales à considérer sur le système conjointement à l'effet du vent soient homogènes et que les diverses portées l ne soient pas trop différentes. Pour le surplus, il est évident que l'adoption d'un même coefficient de raideur pour des éléments analogues correspond à une bonne pratique constructive;

3° On suppose que les montants intérieurs d'un même étage ont un moment d'inertie double de celui des montants de rives de cet étage. Ici encore, à condition que les portées ne diffèrent pas trop et que les surcharges soient pratiquement uniformes, on serre de près la réalité pour autant que l'on dimensionne intelligemment les sections à réaliser.

Pour le surplus, après avoir effectué des calculs précis recoupés avec le résultat d'études statistiques du genre de celles publiées par Takabeya, nous avons constaté ce fait important que l'on peut s'écarter notablement de l'hypothèse $Ir = \frac{li}{2}$ sans que varient notablement les moments obtenus par cette hypothèse, à la seule exception de la travée au sol. Pour cette travée, si l'on s'écarte de l'hypothèse $Ir = \frac{li}{2}$, et passant par exemple à $Ir = \frac{li}{3,5}$ (ce qui représente la limite extrême d'un cas pratique), on constate que les M_f réels dans la travée au sol diffèrent assez notablement de ceux que l'on obtiendrait par $Ir = \frac{li}{2}$.

Il y a donc lieu de poser la réserve suivante:

Ayant déterminé les efforts généraux dans tout le système par la méthode ci-dessus, on passe à la détermination des sections.

En ce moment, de deux choses l'une:

1° On constate que ce dimensionnement peut être réalisé dans le respect pratique de l'hypothèse $Ir = \frac{li}{2}$. Dès lors, l'étude est terminée et peut être considérée comme rigoureusement exacte;

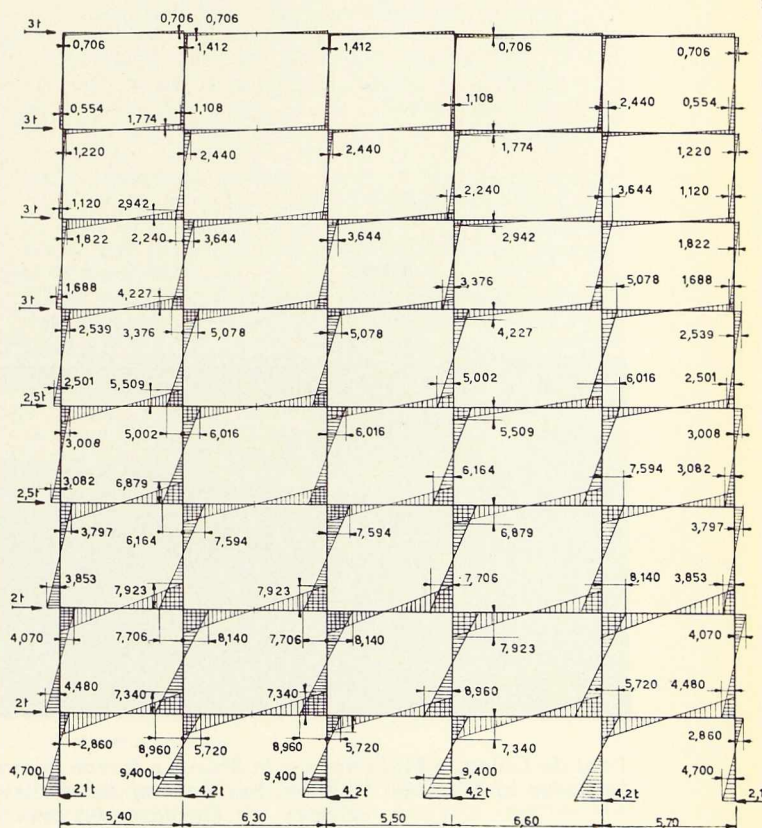


Fig. 20. Diagramme des moments dans le système réel.

2° On constate au contraire que l'économie du projet conduit à l'adoption de sections telles que $I_r = \frac{li}{3,5}$ par exemple. Dans ce cas, les efforts généraux obtenus par la méthode simplifiée restent valables à quelques pour cent près dans toute l'étendue du système, *sauf la travée au sol*. Pour obtenir les efforts généraux adéquats dans cette dernière, on pourra procéder aisément comme suit :

On considère la travée au sol comme un portique multiple sans étage soumis à la sollicitation (fig. 19).

Explicitement :

1° Au nœud supérieur de rive : une force $W = \Sigma w$

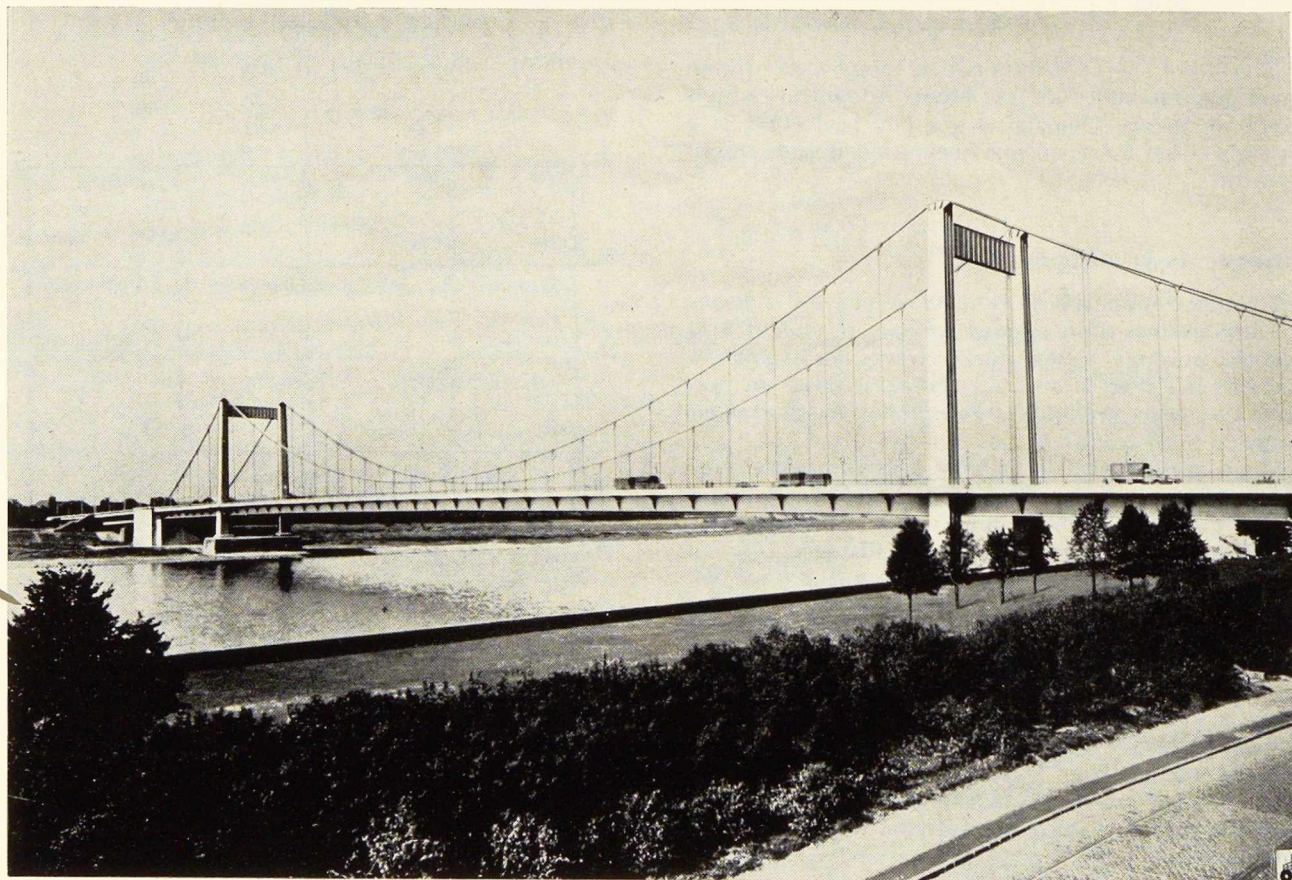
et le moment fléchissant M_r , obtenu par la méthode simplifiée;

2° A chaque nœud supérieur interne, le M_i obtenu par la même méthode.

Ce problème ne présente pas de difficultés insurmontables, qu'on le traite par la méthode des groupes ou toute autre.

L'étude du portique au sol étant de la sorte menée à bonne fin, on en juxtapose les résultats avec ceux relatifs aux étages supérieurs obtenus par la méthode simplifiée, arrivant ainsi à la solution pratiquement rigoureuse d'un système qu'impliquait *a priori* la manipulation de centaines d'inconnues.

E. R. & L. M.



Pont de Cologne-Mulheim sur le Rhin. La travée centrale du pont suspendu a une portée de 315 m, les travées latérales une portée de 91 m. Les poutres de raidissement ont une hauteur de 3,30 m. Près de 5 800 tonnes d'acier ont été mises en œuvre pour la construction du pont.

Bibliothèque

Nouvelles entrées (1)

Der Krankenhausbau der Gegenwart (L'hôpital d'aujourd'hui), 3^e édition

par H. RITTER

Un volume relié de 152 pages, format 23 × 29 cm, illustré de 389 figures. Edité par J. Hoffmann, Stuttgart, 1954. Prix : 38 DM.

La troisième édition de l'important ouvrage du Dr. Ing. H. Ritter a été entièrement remanié. Le livre, qui comporte trois grandes divisions : Problèmes économiques — Organisation — Technique, constitue une documentation précieuse sur les hôpitaux et leur construction.

De très nombreux exemples bien illustrés rehaussent encore l'intérêt de cet ouvrage, qui sera d'une grande utilité aux architectes et aux entrepreneurs.

Atelier « Alvar Aalto » - Bâtiments et projets

par Ed. et Cl. NEUENSCHWANDER

Un volume relié de 192 pages, format 17,5 × 27,5 cm, illustré de 300 figures. Edité par les Editions d'Architecture, Erlenbach-Zurich, 1954. Prix : 36 fr. suisses.

Cet ouvrage, d'une présentation très soignée, montre par le texte et l'image les principales réalisations du grand architecte finlandais Alvar Aalto.

Le livre contient en outre une série d'articles sur la Finlande et son architecture. Les textes sont rédigés en trois langues : français, allemand, anglais.

Les Soudures (technique, contrôle, soudabilité des métaux), 2^e édition

par D. SÉFÉRIAN

Un volume relié de 428 pages, format 16,5 × 24,5 cm, illustré de 299 figures et 7 planches. Edité par Dunod, Paris, 1954. Prix : 3 600 fr. fr.

Dans la première édition de ce livre, le Dr Séférian avait déjà étudié les deux principaux procédés de soudage oxy-acétylénique et électrique à l'arc et fait une première incursion dans le domaine de la soudabilité en s'attachant surtout à la description des phénomènes généraux.

Il a dans cette nouvelle édition, largement développé la partie consacrée à la « Soudabilité des métaux ».

D'autres procédés de soudage ont été également examinés (soudage automatique à l'arc, rechargements durs, soudage des goujons au pistolet, etc.).

L'ouvrage de M. Séférian, préfacé par M. Pierre Chevenard, Membre de l'Institut de France, apporte aux nombreux ingénieurs et techniciens s'intéressant aux procédés de soudage les réponses aux problèmes qu'ils ont à résoudre journallement.

(1) Tous les ouvrages analysés sous cette rubrique peuvent soit être consultés en la salle de lecture du C. B. L. I. A., 154, avenue Louise à Bruxelles, soit être envoyés en communication sur demande.

Materials of Construction (Matériaux de Construction)

par M. O. WITHEY et G. W. WASHA

Un volume relié de 870 pages, format 15 × 23,5 cm, illustré de nombreuses figures. Edité par John Wiley & Sons Inc., New-York, 1954. Prix : \$9.00.

Le livre des Professeurs Withey et Washa présente les dernières données sur les sources et la fabrication des principaux matériaux de construction. La table des matières contient notamment les chapitres suivants : Essais et machines d'essai — Bois — Pierres — Argiles — Ciments et mortiers — Bétons — Métaux et minerais — Aciers — Métaux non ferreux — Effet de la température sur les propriétés des métaux — Fatigue des matériaux de construction, etc.

L'ouvrage est abondamment illustré et contient de nombreuses références bibliographiques.

Garagen- und Tankstellenbau (Construction de garages et de stations d'essence)

par Rolf WAHLEFELD et Friedrich JACQUES

Un volume relié de 250 pages, format 21 × 29 cm, illustré de très nombreuses figures et planches hors texte. Edité par Georg D. W. Callweg, Munich, 1953. Prix : 39 DM.

Cet important ouvrage étudie d'une manière systématique et approfondie les problèmes posés dans la conception et l'édification de bâtiments rendus nécessaires par l'extension du trafic automobile : garages, stations-services, etc.

Les résultats d'étude et d'expérience entreprises dans de très nombreux pays ainsi que les réalisations obtenues sont exposés d'une manière claire et vivante, à l'aide de nombreuses figures et photographies. Tout praticien que la question intéresse peut trouver dans ce livre des idées et des directives pour la conception de l'ouvrage à projeter ainsi que de précieux conseils pour la réalisation de nombreux détails de construction.

Signalons notamment le chapitre dans lequel les auteurs examinent également les solutions adoptées dans les réalisations de garages à étages.

Termes techniques employés en mécanique des sols et travaux de fondations

Un volume relié de 104 pages, format 21 × 28 cm. Edité par la Société Internationale de Mécanique des Sols et Travaux de Fondations, Zurich, 1954. Prix : 7,50 francs suisses.

Ce lexique technique, préfacé par le Dr A. von Moos, Secrétaire général du Troisième Congrès international de Mécanique des Sols, contient quelque 1 200 termes anglais avec leurs équivalents en français, allemand, suédois, portugais et espagnol.

Incentive Management (La direction stimulante)

par James F. LINCOLN

Un volume relié de 280 pages, format 15 × 23 cm. Edité par la *Lincoln Electric Company*, Cleveland (U. S. A.). Prix : \$1.50.

En sa qualité de Président de la *Lincoln Electric Company*, une des plus importantes sociétés de construction électrique aux U. S. A., l'auteur a eu l'occasion d'y appliquer des méthodes d'organisation et surtout de relation avec le personnel qui ont donné des résultats très encourageants.

Ce sont ces méthodes qui forment la matière de ce livre attachant.

Les vues de M. Lincoln sur les éléments d'une direction basée sur l'encouragement méritent d'être connues et méditées.

Comparative bridge designs (Etude comparative de la construction des ponts)

Un volume relié de 212 pages, format 15 × 22 cm, illustré de nombreuses figures. Edité par la *James F. Lincoln Arc Welding Foundation*, Cleveland (U. S. A.), 1950. Prix : \$2.50.

Cet ouvrage contient les plans et les détails de construction de nombreux ponts métalliques rivés ou soudés, existants ou en projet.

Ces ponts sont de divers types à poutres continues, à poutres à âme pleine ou en treillis, en arc, etc. choisis par le Professeur J. G. Clark, parmi ceux présentés à un concours établi par la *James F. Lincoln Arc Welding Foundation*, de Cleveland.

La comparaison des deux modes d'assemblage met en relief les avantages que procure la soudure en réduisant le coût des matériaux et de la main-d'œuvre.

Steel Construction (La construction en acier)

Un ouvrage relié de 432 pages, format 16 × 23 cm. Edité par l'*American Institute of Steel Construction* (A. I. S. C.), New-York, 5^e édition, 1954. Prix : \$2.00.

La cinquième édition, dont c'est la seizième réimpression, diffère des éditions précédentes par les modifications apportées aux tableaux des profilés pour se conformer aux nouvelles recommandations du *National Bureau of Standards*.

Des changements ont été également apportés à certaines spécifications relatives au calcul et au montage des aciers de construction pour bâtiments.

Comme précédemment, ce très utile volume est divisé en cinq parties. A savoir :

1. Caractéristiques des profilés.
2. Moyens d'assemblage.
3. Sollicitations admissibles d'après les prescriptions de l'A. I. S. C.
4. Prescriptions et codes standard.
5. Renseignements généraux.



Techniques de l'ingénieur

Nous avons reçu la mise au courant n° 4 du volume *Construction*. Les fascicules de cette mise au courant contiennent les articles suivants : Les marchés de travaux — Fondations — Fonçage des puits — Galeries — Cloisons métalliques mobiles, etc.

Catalogue de périodiques étrangers scientifiques, techniques et industriels reçus par les bibliothèques Instituts Techniques et Centres de Documentation de Paris

Un ouvrage de 354 pages, format 15,5 × 24 cm. Edité par Person, Paris, 1954.

Cet ouvrage, dressé sous la direction de M^{lle} G. Dollfust, par M^{me} J. Lesur et M^{lle} P. M. Guelpa et publié par l'Ecole nationale supérieure des Mines de Paris constitue un catalogue des périodiques étrangers, scientifiques, techniques et industriels reçus par les bibliothèques et centres de documentation de Paris.

On trouve en outre dans ce volume une nomenclature des Congrès reçus par la Bibliothèque de l'Ecole des Mines de Paris.

Palplanches métalliques Rombas, 2^e édition

Un volume de 242 pages, format 14 × 20 cm illustré de nombreuses figures. Edité par Sidélor, Paris.

L'ouvrage *Palplanches métalliques Rombas*, dont il existe également une édition en langue anglaise, traite de l'ensemble des questions relatives à l'emploi des palplanches depuis l'établissement des projets jusqu'à leur réalisation pratique sur le terrain.

Il contient notamment de nombreux exemples caractéristiques d'utilisation des palplanches en France et à l'étranger.

Enfin on y trouve des études sur la rentabilité d'emploi, la résistance à la corrosion, etc.

L'ensemble forme un ouvrage documentaire, qui sera très utile à l'ingénieur de bureau d'études.

British Construction Equipment 1954 (Matériel de travaux publics de construction britannique)

Un volume relié de 200 pages, format 28 × 21,5 cm, illustré de nombreuses figures. Edité par la Fédération des Fabricants de Machines et Outillage d'Entrepreneurs, Londres, 1954.

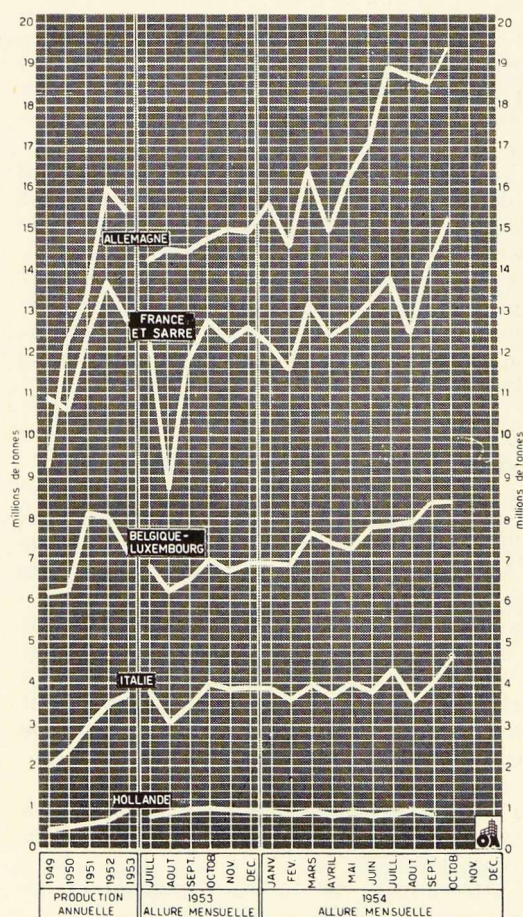
Ce catalogue présente (en anglais, français et espagnol) le matériel de construction de fabrication britannique dans les domaines suivants : Bâtiment — Carrières — Travaux publics.

L'ouvrage contient en outre une section réservée aux informations générales : Tables de conversion — Poids et mesures — Renseignements utiles sur les matériaux, etc.

CHRONIQUE

Le marché de l'acier pendant le mois d'octobre 1954

	Acier lingots en tonnes		
	Belgique	Luxembourg	Total
Octobre 1954 . . .	442.814	256.241	699.055
Sept. 1954 . . .	431.639	258.376	690.015
Janv.-Oct. 1954 .	4.423.098	2.308.985	6.732.083
Janv.-Oct. 1953	3.706.502	2.251.858	5.958.360



C. E. C. A.

A la suite de l'accord franco-allemand sur la Sarre, celle-ci siégera aux conseils de la C. E. C. A. à Luxembourg.

Au Conseil des Ministres, la Sarre sera représentée par le Commissaire, ou éventuellement par son ministre compétent; à l'Assemblée commune, par trois délégués élus par le Parlement sarrois.

La décision de M. Jean Monnet, Président de la Haute Autorité, de renoncer à la prolongation de son mandat, constitue un gros événement pour Luxembourg. M. Monnet est particulièrement attiré par le problème de l'unification de l'Europe; il considère qu'à cet égard, son action sera plus utile en France qu'elle ne l'est à Luxembourg.

La tâche de la Haute Autorité devient, en effet, de plus en plus économique et de moins en moins politique. L'établissement du marché commun soulève de nombreux problèmes touchant à l'équipement et à l'exploitation. Il devient difficile, d'après M. Monnet, de s'occuper alors de grande politique.

Marché commun

L'activité se maintient sur le marché commun et les échanges entre les pays de la Communauté vont en s'intensifiant.

La production de la C. E. C. A. augmente elle aussi et le chiffre de 39 652 000 t atteint l'an dernier, sera certainement dépassé cette année; on peut prévoir qu'il sera d'au moins 43 000 000 de tonnes sauf accident ou grèves au cours du mois de décembre.

En Belgique, en particulier, le marché reste ferme car la demande est toujours forte, spécialement en profilés et ronds à béton de petits calibres, en tôle fine et en fil machine.

La production fait face à cette demande active et 45 hauts fourneaux (sur 55) étaient à feu à la fin octobre.

Le prix de la ferraille a fléchi quelque peu sous

Fig. 1. Moyennes de production d'acier lingot des six pays de la Communauté Européenne Charbon-Acier (C. E. C. A.).

l'influence des arrivages massifs venant de l'Amérique.

Au Grand-Duché de Luxembourg, le tonnage produit en 1954 dépasse celui de la période correspondante de l'an dernier : le nombre de hauts fourneaux à feu à fin octobre était de 26 contre 23 pendant les trois premiers mois de l'année.

Les sidérurgistes français et sarrois ont enregistré au cours des premiers jours d'octobre, un nombre de commandes qui marque encore un progrès sur le mois dernier : au rythme actuel les tonnages pris en carnet, dépasseront vraisemblablement de 62 % la moyenne mensuelle de l'an dernier.

L'usine d'armement construite à Cormelles-le-Royal, en Normandie, par la Société Industrielle et Financière de Pompey et les Acières de Pompey, vient d'entrer en activité. Cette nouvelle usine fut construite et équipée en un an : commencée en août 1953, elle fut mise en marche en août 1954 pour ses premiers essais. Elle commence actuellement l'exécution d'une commande « off shore » portant sur plusieurs milliers d'obus de 155.

En Allemagne, beaucoup d'usines de la Ruhr travaillent à pleine capacité : la production d'octobre a atteint le record de 1938 : elle s'est élevée à 1 640 000 t.

L'activité du marché de l'acier est presque entièrement due à la demande intérieure et les commandes à l'exportation ne sont fournies que difficilement. Les ordres en carnets qui, au 1^{er} octobre, se montaient au total à 3 681 000 t ne comportaient que 616 000 t pour l'exportation, livrables d'ailleurs avec des délais assez longs.

Aux Pays-Bas, les « Hoogovens » ont terminé l'agrandissement du haut fourneau n° 1 à Ymuiden, de sorte que les trois hauts fourneaux ont maintenant leur capacité augmentée. L'usine de Ymuiden a complètement abandonné la production de tôles fines, qui a été reprise par la « Breedband ».

Par contre, la production de tôles fortes, qui pour 1952-1953 avait été de 217 786 t, a atteint en 1953-1954 le chiffre de 221 907 t.

Marché d'exportation

Les six pays de la C. E. C. A. ont réalisé à peu près les 2/3 du commerce mondial de l'acier, alors que leur production n'atteint que 1/6 de la production mondiale.

L'Union belgo-luxembourgeoise (U. E. B. L.) pour sa part, réalise un quart du commerce mondial alors que sa production n'est que d'environ 3 % de la production totale d'acier dans le

monde. Le tableau ci-dessous donne une claire idée des productions et exportations des principaux pays producteurs.

	% de production mondiale	% d'exportation mondiale	Export. Product. en %
Belgique-Luxembourg	3,1	27,5	80
France et Sarre	5,4	22,3	37
Allemagne occidentale	7,5	11,6	14
Italie et Pays-Bas	1,9	2,8	14
Total C. E. C. A.	17,9	64,2	32
U. S. A.	43,2	17,5	4
Grande-Bretagne	7,6	13,1	15
Japon	3,3	5,1	14

Le tonnage d'acier, ayant fait l'objet d'échanges internationaux en 1953, était constitué pour 1/3 de produits plats. Les autres produits exportés ont été, par ordre de tonnage, les barres, les cornières, les autres profilés et les tubes.

A lui seul, le groupe franco-sarrois a exporté l'an dernier, 3 096 000 t de produits laminés, dont la fabrication a absorbé plus de 32 % du total de l'acier produit en France et en Sarre.

Les exportations franco-sarroises en ces dernières semaines ont été considérables et leur valeur monte plus vite encore que leur tonnage, car la part des produits élaborés dans le total des produits exportés s'accroît constamment.

La sidérurgie dans le monde

Etant donné ce qui est connu de la production de 1954 dans les divers pays, on peut prévoir que la production mondiale atteindra pour cette année 216 430 000 t.

Ce chiffre est de 20 000 000 de tonnes inférieur au chiffre de production de l'an dernier (236 168 000 t) à cause notamment des grèves américaines qui ont sévi au cours du mois d'août dernier : les Etats-Unis et le Canada qui ensemble avaient sorti 106 059 000 t en 1953 n'en ont produit cette année que 80 000 000.

En Europe orientale au contraire la production est en croissance : un million de tonnes environ par rapport à 1953.

Le tableau page 621 montre comment se décompose cette production probable.



Sidérurgie dans le monde — Prévisions 1954
(millions de tonnes)

	1954	1953
Pays de la C. E. C. A.	43,22	39,652
Autres pays de l'Europe occidentale	24,70	22,628
Europe orientale	51,70	50,100
Etats-Unis et Canada	80,00	106,059
Divers	16,81	17,729
	<u>216,43</u>	<u>236,168</u>

Grande-Bretagne

Sous l'impulsion d'un marché extrêmement actif, les Sociétés sidérurgiques britanniques continuent à investir du capital.

D'accord avec l'*Iron & Steel Board*, la *Steel Company of Wales* va modifier le train de laminage à froid des Abbey Works afin d'en augmenter la production d'environ 2 700 t par semaine. Cette transformation entraînera l'établissement de quatre nouveaux fours à recuire.

En tôles fortes la production tend à équilibrer la demande, mais en tôle de moins de 3/8" la situation reste difficile.

En profilés, des tonnages considérables ont déjà été importés, mais le réveil de la construction exigera de nouvelles importations. De leur côté les relamineurs devront vraisemblablement importer des billettes.

D'autre part, la pénurie de main-d'œuvre se fait sentir dans plusieurs secteurs des fabrications métalliques.

Au marché d'exportation, on constate de moindres expéditions vers les pays du Commonwealth, ce qui s'explique, d'un côté, par le fait que le Canada (le plus gros consommateur) a intérêt à acheter aux Etats-Unis et, de l'autre, par l'équipement progressif des pays d'outre-mer qui cherchent à se suffire à eux-mêmes.

L'Australie prend le rang de client principal de la sidérurgie britannique.

Le tableau ci-dessous montre la croissance de la production indigène d'acier brut chez les clients normaux du marché britannique.

(Millions de tonnes)

	1948	1953	1958
Canada	2,860	3,675	4,600
Australie	1,380	1,830	2,600
Indes et Pakistan	1,260	1,510	2,500
Afrique du Sud	680	1,220	1,500
Total	<u>6,180</u>	<u>8,235</u>	<u>11,200</u>

Espagne

L'an dernier les entreprises sidérurgiques espagnoles ont produit 230 000 t; on peut s'attendre cette année à une production de 280 000 t.

La collecte des ferrailles est très active et a donné 190 000 t au lieu de 130 000. Malgré cela, on attend des Etats-Unis 71 000 t de ferrailles, en plus de 87 000 t déjà arrivées.

Finlande

L'expansion industrielle finlandaise entraîne une augmentation de la consommation de produits sidérurgiques.

Actuellement, cette consommation est d'environ 500 000 t par an, dont la production nationale ne couvre que 28 %. Les pays fournisseurs d'acier sont : l'Allemagne occidentale, l'Angleterre, la France, l'U. E. B. L. et l'U. R. S. S. La place prise par cette dernière tend à devenir prépondérante : d'après un accord de cinq ans qui vient d'être signé, les livraisons de l'U. R. S. S. doivent passer en deux ans des 42 000 t qu'elles atteignent actuellement à 120 000 t environ.

Etats-Unis

La reprise s'affirme moins vivement qu'on ne s'y attendait, la production d'acier qui était tombée de 30 % depuis un an et demi se relève progressivement.

Un des grands constructeurs d'automobiles a passé des ordres en tôle fine pour de sérieux tonnages et la sidérurgie y voit l'annonce d'un réveil prochain.

En tôle fine, les délais de livraison s'allongent déjà et l'on parle d'une éventuelle pénurie de tôle fine à froid pour la fin de l'année.

Il y a maintenant des raisons de croire que l'activité du marché permettra ce mois-ci de travailler à 75 ou 80 % de la capacité de production.

Sur le marché des ferrailles, les achats du Royaume-Uni, de la Belgique, de l'Espagne, de l'Italie et de l'Allemagne sont tellement importants, que les sidérurgistes américains demandent au Département du Commerce de limiter les exportations afin d'éviter une hausse continue des prix.

Chili

Des gisements de minerai de fer d'une importance de 60 à 150 millions de tonnes ont été découverts à 70 km de la côte dans la province d'Acatama.

Une société est constituée pour l'exploitation d'un gisement voisin de la Serena. Le programme de production est de 1 000 000 de tonnes par an, dont 400 000 t seraient traitées sur place.



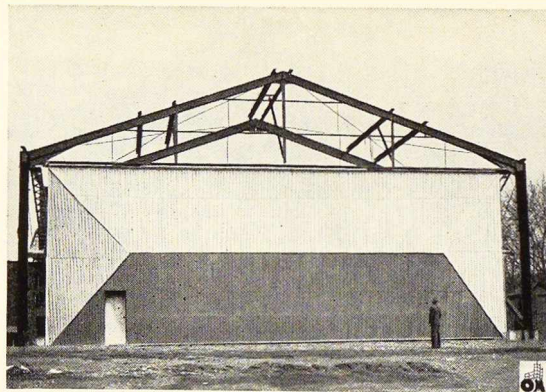


Fig. 2. Porte métallique « Luria ».

Porte de hangar d'avions (fig. 2)

Afin de permettre aux chasseurs à réaction de prendre l'air dans un minimum de temps, la *Luria Engineering Co.* a mis au point cette porte de 5 t, équilibrée de manière à pouvoir s'ouvrir en moins de 30 secondes.

Il y a vingt ans

Il y a vingt ans, *L'Ossature Métallique* publiait, dans son numéro de décembre 1934, un article consacré aux barrières de garde en acier pour la sécurité des routes.

Dès cette époque, les différents Etats, Comtés et Municipalités des Etats-Unis installaient 710 km de barrières de garde formant un tonnage total de 4 500 t.

Placées aux endroits dangereux des routes, ces barrières de garde servaient à avertir les automobilistes du danger et à guider leur route.

De nos jours ces barrières ont fait l'objet de multiples applications et ont permis d'éviter de nombreux accidents (fig. 3).



Fig. 3. Barrière de garde en acier pour la sécurité des routes (Suède).

Transport de farine en vrac

La *General Motors Corporation* construit des remorques pour le transport de farine en vrac.

La charge est de 18 t de farine. La vidange se fait directement, au moyen d'air comprimé, à raison de 360 kg à la minute.

La plus grande installation de gaz de l'Europe

Le 1^{er} novembre de cette année a marqué une étape importante dans la construction de l'installation de gazéification la plus moderne d'Europe. Ce complexe situé près de Berlin occupera

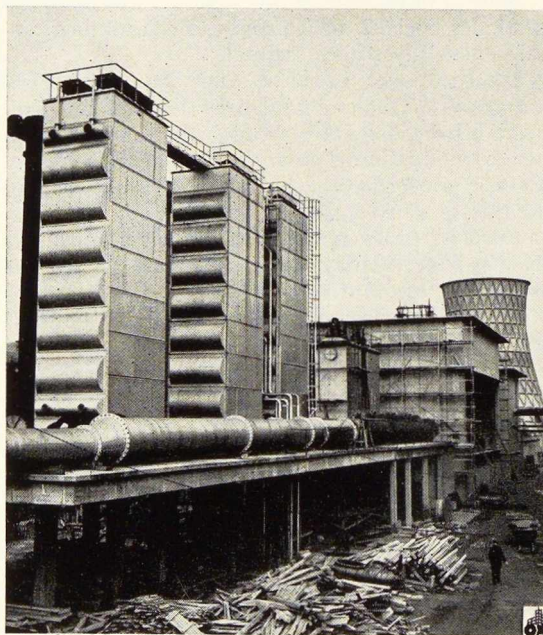


Fig. 4. Vue d'ensemble des tours de réfrigération des gaz à Berlin-Mariendorf.

Photo D. P. A.

une superficie de 300 arpents (76 hectares) et sa production quotidienne atteindra après achèvement prévu pour 1958 les chiffres de :

1 400 000 m³ de gaz de ville; 2 000 t de coke pour la vente; 120 t de goudron; 30 t de benzol; 40 t de sels d'ammoniaque; 60 t d'acide sulfurique.

L'étape actuellement atteinte permet d'obtenir une production de 50 % de ces valeurs. Le coût total s'élèvera à 60 millions de D.M.

La photographie ci-dessus montre les tours de réfrigération des gaz (fig. 4) réalisées à Berlin-Mariendorf avec l'aide des crédits américains.

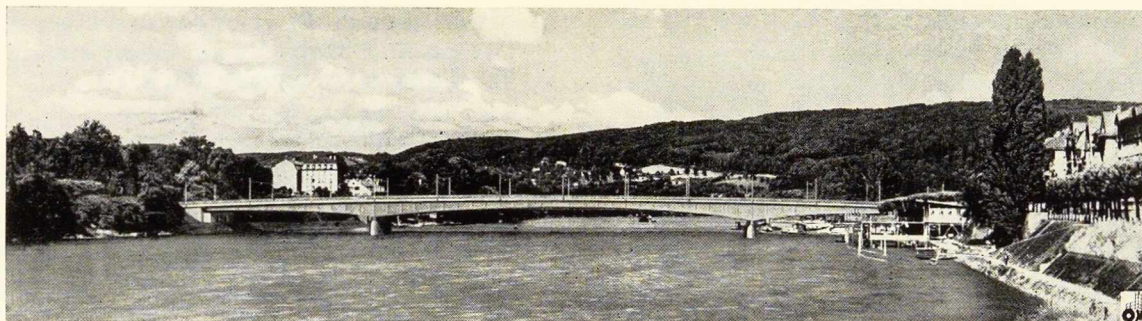


Fig. 5. Pont Saint-Alban sur le Rhin à Bâle (Suisse).

Pont Saint-Alban, à Bâle

La Ville de Bâle va bientôt s'enrichir d'un nouveau pont-route sur le Rhin.

Cet ouvrage métallique, à poutres continues sur quatre appuis, d'une largeur de 22 m et d'une longueur de 250 m (57,5 m + 135 m + 57,5 m), est construit par un consortium des cinq firmes suivantes : Buss, Eisenbau, Lais, Preiswerk & Esser et Vohland & Bär.

La construction métallique partiellement soudée sera achevée en janvier 1955; l'inauguration aura lieu en avril prochain.

L'Industrial Design, premier facteur de productivité

C'est le thème qu'a choisi M. Jacques Vienot, Fondateur-Directeur général de l'Esthétique Industrielle de Paris, pour la conférence qu'il donnera à Liège le 9 décembre à 20 heures, à la Société Libre de l'Emulation, place du Vingt-Août.

Cet exposé très concret sur l'Industrial Design et ses applications aux problèmes de la fabrication et de la vente, donnera en plus, par l'image et l'objet, l'explication des méthodes utilisées et les raisons techniques des succès obtenus.

Cette conférence est donnée sous l'égide de l'A. S. B. L. Le Grand Liège et de l'Association Belge des Industrial Designers.

Bâtiment du laboratoire de recherches physiques des Ateliers de Construc- tions Électriques de Charleroi (A. C. E. C.)

Une vue du bâtiment à charpente en acier de 12 × 40 m exécutée par les Anciens Etablissements Métallurgiques Nobels-Peelman, d'après les

Fig. 6. Façade du laboratoire de recherches physiques des A. C. E. C. Photo Malevez.

plans établis par le service des A. C. E. C. est donnée à la figure 6.

Un record... de laminage

La firme Allegheny-Ludlum de Marengo (Illinois) est parvenue à laminier de l'acier à l'épaisseur de 0,254 μ (soit la 100 000^e partie d'un pouce).

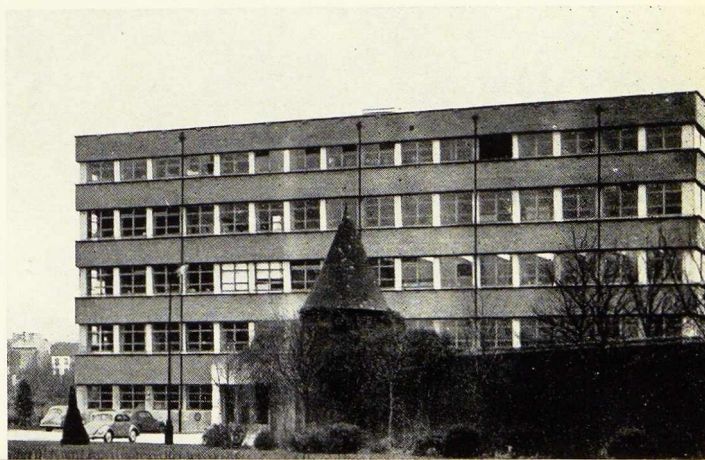
La bande d'acier ainsi obtenue possède de curieuses propriétés électriques, celle, entre autres, d'être magnétisée par des courants de très faible intensité. On pense que cet acier sera susceptible de remplacer les tubes électroniques dans certaines de leurs applications.

Expérience américaine en matière de construction

Dans le cadre du Cycle d'information du Groupe des Chambres syndicales du Bâtiment eurent lieu les 16 et 30 novembre 1954 des séances consacrées à l'expérience américaine en matière de construction.

Au cours de ces séances, qui ont obtenu un vif succès, on a entendu le professeur Fernand Baudhuin, les architectes Jean Gilson et Raymond Stenier, M. Ado Blaton de la Firme Blaton-Aubert et M. Joseph Paquay, Secrétaire général de l'Institut National pour la Promotion de l'Habitation (I. N. P. H.).

Ces conférenciers ont fait part des enseignements à tirer de l'expérience américaine.



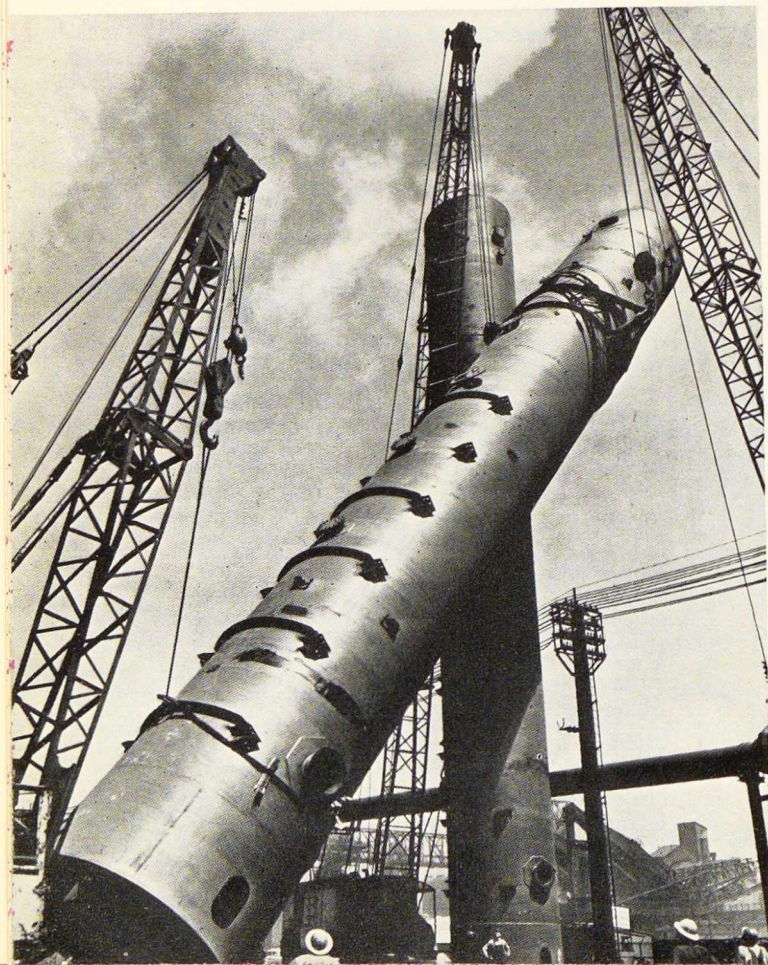
Commission Mixte des Aciers (C.M.A.)

Sous l'égide du Groupement des Hauts Fourneaux & Aciéries Belges et de Fabrimétal, la Commission mixte des Aciers, qui avait été constituée en 1942 et avait réalisé d'importants travaux, mais dont l'activité était réduite depuis quelques années du fait du décès des principaux organisateurs, a été reconstituée à l'occasion d'une réunion, qui s'est tenue à Fabrimétal le 6 octobre 1954, en présence de MM. van der Rest et Velter, respectivement Président du Groupement des Hauts Fourneaux et Aciéries Belges et Administrateur-Directeur général de Fabrimétal.

La Commission s'est choisi un président en la personne de M. Wurth, Directeur Général adjoint à la S. A. John Cockerill, un vice-président, M. Charles Isaac, Administrateur délégué de la Société Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi, et un secrétaire, M. Nicolaï, de Fabrimétal.

Deux groupes de travail ont été constitués, l'un pour traiter l'ensemble des questions relatives aux produits plats : tolérances, planage, dressage, découpage, cisailage; l'autre pour l'étude des profils allégés.

Un troisième problème relatif à l'emploi de l'acier A 52 dans la construction métallique, et notamment dans la construction des ponts, sera abordé lors de la prochaine réunion.



Trois années d'expérience de voitures sur pneumatiques aux Chemins de Fer Fédéraux suisses (C. F. F.)

Après trois années d'essais sur deux voitures à voyageurs équipées de bandages pneumatiques, la Société des Chemins de Fer Fédéraux suisses a publié ses conclusions :

1° Le pneumatique exige une caisse légère, ce qui produit aux grandes vitesses des vibrations désagréables pour les voyageurs;

2° La résistance au roulement est trois fois plus élevée que pour les bandages métalliques;

3° En hiver, en cas de neige et verglas le danger de déraillement est augmenté aux bifurcations;

4° Les frais d'entretien sont plus élevés.

Les voitures sur bandage pneumatique n'ont d'intérêt que sur voie de roulement large (surface de roulement en ciment comme sur une ligne spécialement conçue dans ce but au Métro de Paris) ou sur ligne à très forte pente (lorsque la résistance au frottement joue un rôle secondaire).

(D'après *Technische Rundschau.*)

Comité Permanent du C. R. I. F.

Le Comité Permanent du Centre de Recherches Scientifiques et Techniques de l'Industrie des Fabrications Métalliques (C. R. I. F.) s'est réuni le 19 octobre sous la présidence de M. Morel, vice-président du C. R. I. F. Il a examiné l'avancement des recherches et études au programme de cet exercice, ainsi que les projets de trois recherches nouvelles, relatives aux fontes, à l'usinabilité des aciers et à la construction métallique.

Echelles aériennes légères pour l'éclairage public

Le développement intensif de l'éclairage public, notamment par tubes fluorescents, entraîne l'obligation de reconsidérer le problème de l'entretien des sources lumineuses et de leurs supports. Les moyens à employer doivent être mieux adaptés aux conditions d'accès imposées par la disposition, soit axiale, soit sur poteaux tubulaires à armatures, des différents points lumineux.

Le développement parallèle et tout aussi intensif de la circulation routière exige une plus grande mobilité de ces moyens d'accès, une plus grande rapidité de leur mise en place, et, en un mot, une occupation aussi brève que possible de la voie publique.

Fig. 7. Mise en place, aux Etats-Unis, d'une colonne d'absorption de 30 m de hauteur, pesant 30 t, au moyen de trois grues.

Fig. 8. Voiture en acier inoxydable, exécutée sous licence de la Budd Company par la Brugeoise et Nicaise & Delcuve. Photo R. Bauters.

C'est la raison pour laquelle les utilisateurs accordent leur préférence aux échelles ou élévateurs montés sur véhicules automobiles.

La figure 9 montre une échelle pivotante de 9 à 10 m en trois tronçons coulissants réalisée par les Constructions Métalliques Hubert Simon, de Seraing. Le poids de l'échelle n'excède pas 75 kg; le bâti et la tourelle supportant l'échelle, constitués par la combinaison de tubes et de tôles, totalisent environ 250 kg. Tous les tubes utilisés sont soudés électriquement.

(D'après *Le Tube d'Acier.*)

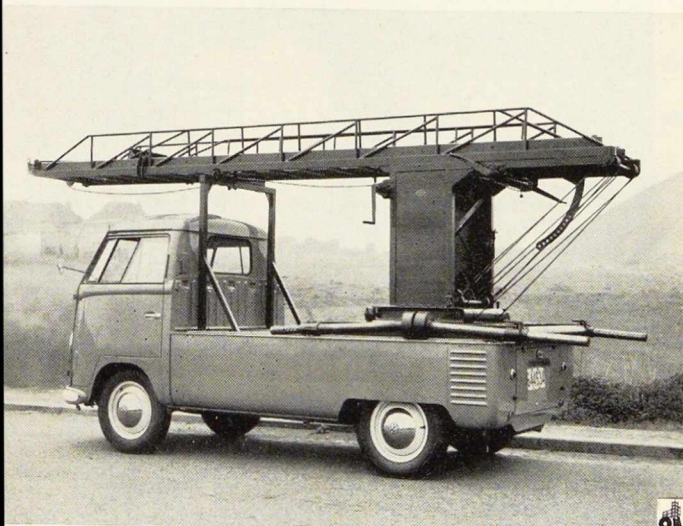


Fig. 9. Echelle tubulaire de service montée sur camionnette.

Photo J. Putz.

Un nouveau procédé de lancement de ponts métalliques (fig. 10)

En vue de l'électrification prochaine de la ligne Bruxelles-Herbesthal, la sortie de la gare de Liège-Guillemins vers Verviers subit d'importantes modifications.

Le pont-raïl passant par-dessus la rue du Val Benoît constitue un goulot freinant la circulation normale des trains et il a été décidé de le remplacer par un pont nouveau, large de plus

Fig. 10. Lancement d'un pont métallique sur la ligne Bruxelles-Herbesthal.

Photo G. Jacoby.



de 100 m, permettant l'utilisation rationnelle du nouveau plateau.

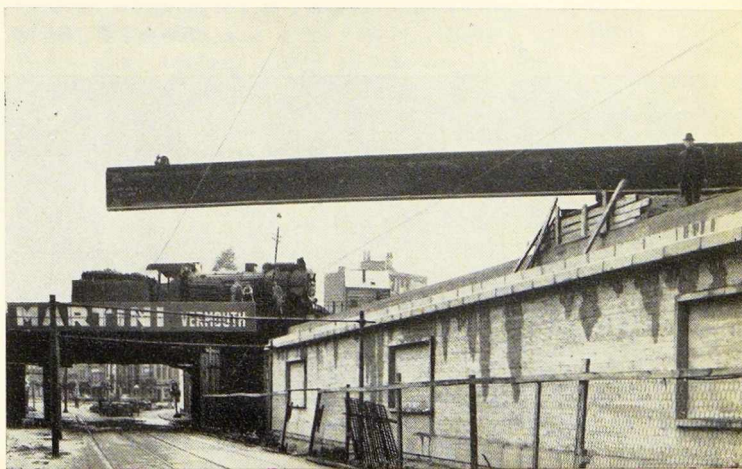
Cet ouvrage d'art, dont la construction a été confiée à la firme Moyse de Liège, est constitué par un platelage formé par 152 poutrelles Grey enrobées dans du béton, dont la portée libre varie entre 22 et 27 m, la partie vers Jemeppe étant établie en éventail jusque 54°.

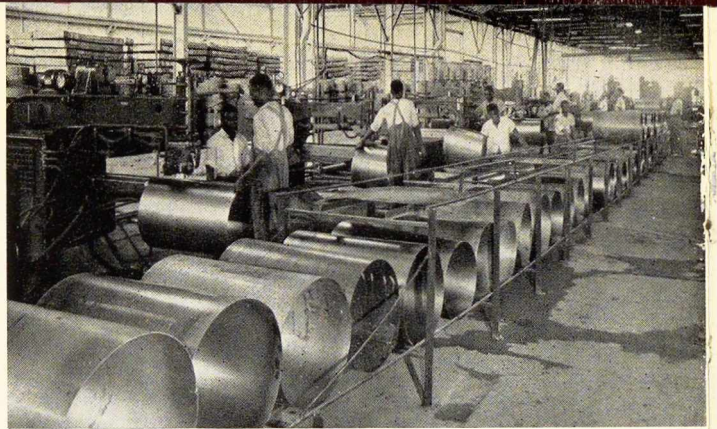
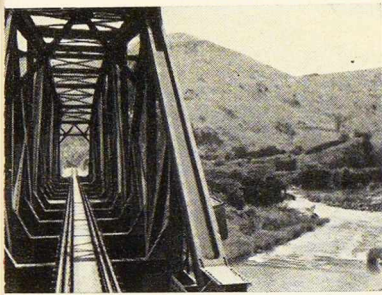
Du fait de la circulation intense dans la rue couverte par le nouveau pont, il ne pouvait être question de la barrer pendant le délai fixé pour les travaux.

L'emploi d'une grue, au milieu des fils et trolleys encombrant la voirie s'avérant impossible, la firme Delvaux Fils de Verviers, à laquelle a été confiée la partie métallique, proposa de lancer des poutrelles Grey pesant de 8 à 10 t chacune, au moyen d'une « girafe », en suspendant en porte à faux les pièces à poser, au moyen de boulons à filet carré munis d'écrous à papillon.

Après un parcours d'environ 300 m, le dispositif amène les pièces sur rails jusqu'au mur garde-grève bordant la rue. La poutrelle transportée se trouve à ce moment au-dessus de ses appuis qui se trouvent en contrebas d'environ 1,80 m. Elle y est ensuite descendue par palans soutenant la pièce de part et d'autre. Celle-ci est ensuite envoyée à sa place au moyen de sabots fixés sous la poutrelle et posés sur rouleaux à même le rail porteur.

Ces délicats travaux ont été exécutés sans aléas dans un délai très court.





2

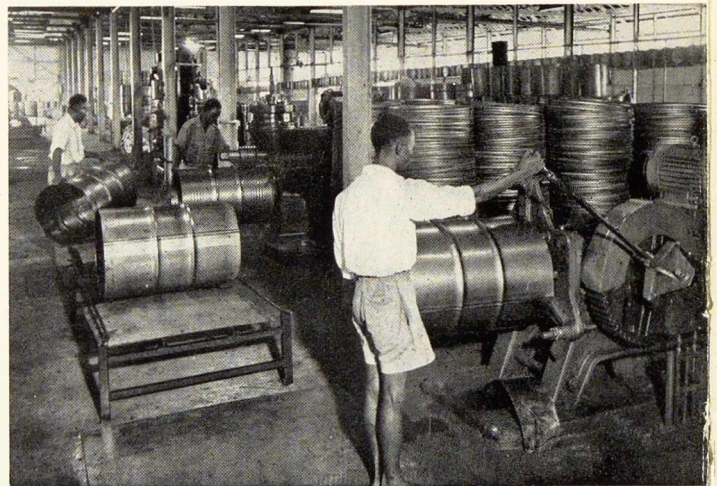
Chronique du Congo belge

Construction de fûts métalliques

La construction mécanique prend tous les jours une extension de plus en plus grande au Congo belge. Les photographies (fig. 1 à 5), prises dans deux importants ateliers de fabrication de fûts métalliques de Léopoldville, montrent que la mécanisation est loin d'être en retard dans ce type de réalisation.

Les fûts nécessaires pour le transport des carburants à l'intérieur du pays sont actuellement produits en majeure partie sur place.

Pour les détails de fabrication nous renvoyons le lecteur à l'article de M. Loiseau, paru dans *L'Ossature Métallique*, n° 7/8-1953.



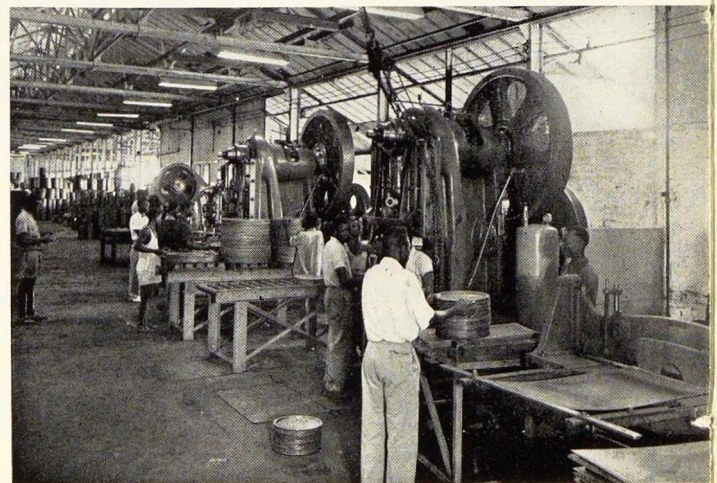
3

La population blanche du Congo belge

La population blanche du Congo belge s'élève actuellement à 86 688 âmes, contre 52 113 il y a cinq ans.

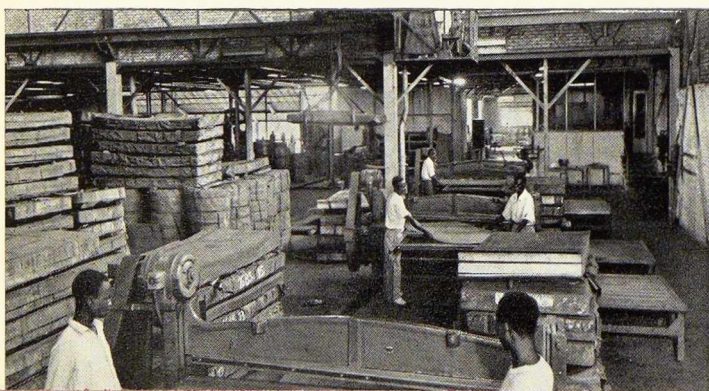
La province à plus forte population blanche est le Katanga, où l'on compte 27 148 blancs, contre 16 567 il y a cinq ans.

Quant au territoire du Ruanda-Urundi, il compte 5 406 blancs, contre 3 407 il y a cinq ans.

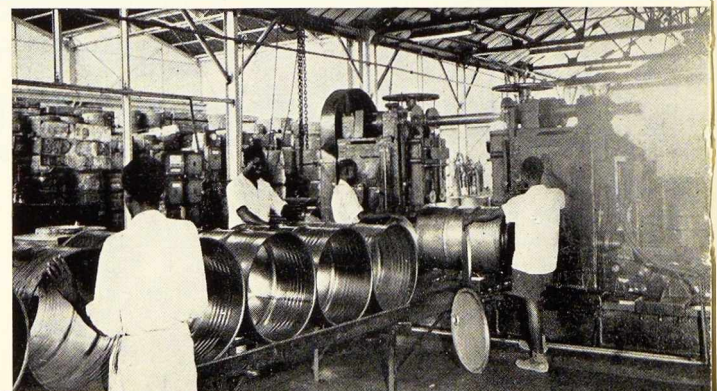


4

Photos J. P. Maroldt.



1



5



Photo J. M. Gyselinx.

Table des Matières

Tome XIX. Janvier-Décembre 1954

Classement méthodique

Pages

Calculs, théories, études générales, essais, associations scientifiques et techniques

Aciers A37 et A42 (Etude statistique), H. HERBIET, L. DOR et F. HERRANT	93, 135
Acier inoxydable en Architecture (Application de l')	251
Aciers Thomas à l'oxygène (Fabrication industrielle et domaines d'application), J. WURTH.	205
Acier à haute résistance dans la construction (Aspects économiques), S. DESCOVICH	576
Adaptation et stabilisation plastique sur des poutrelles laminées (Essais de), Ch. MASSONNET.	318
Bibliothèques (Techniques nouvelles), P. REMOND.	413
Calcul des ossatures étagées à cellules multiples sous l'action du vent, E. ROBERT et L. MUSETTE	609
Commission IV de l'A. B. E. M. (Rapport d'activité)	551
Concours (3 ^e) photographique du C. B. L. I. A.	532
Congrès (15 ^e) International des Centres d'Information de l'Acier	67
Congrès (16 ^e) International des Centres d'Information de l'Acier, à Londres	517, 573
Consommation d'acier dans l'Union belgo-luxembourgeoise au courant de l'année 1952	142
Constructions cellulaires en palplanches plates, L. DESCANS	33, 77, 165
Corrosion des conduites forcées (Protection contre la), R. BOUCHAYER	477
Décapage des constructions métalliques au chalumeau oxy-acétylénique, E. SELLIER et C. ROBEYNS	599
Electrodes modernes à hautes performances, R.-J. MOUTON	555
Exposition « La Beauté de l'Acier », à Liège, J. VIENOT	313
Exposition industrielle belge de Mexico	185
Exposition Internationale Technique et Industrielle de Charleroi	536
Foire (6 ^e) Internationale de Liège	310
Industrial Design	312, 397, 443, 590
Industrial Design et Esthétique industrielle, R. L. DELEVOY	169
Lignes d'Influence (Contribution à la recherche des expressions algébriques), P. LACROIX	445

Méthode de Cross (Simplification de la) pour les cadres symétriques soumis aux déplacements latéraux, G. B. GODFREY	151
Ossature métallique au service de l'architecture, R. WARTMANN	145
Plastification des poutres à âme pleine, en acier doux, fléchies, A. LAZARD	274
Poutres continues (Calcul), I. TOTH	388
Problèmes actuels de la construction en acier, W. WOLF	293
Produits plats pour la fabrication d'éléments de construction et l'équipement des bâtiments à étages, J. DUPUIS	573
Projets d'aménagement des abords de la place Rogier en fonction de la nouvelle gare du Nord, à Bruxelles, P.-A. MICHEL	242
Publicité en faveur d'une plus large utilisation de l'acier aux Etats-Unis, C. HUNDBAUSEN	433
Rôle de l'architecte en face de l'industrialisation du bâtiment	14
Turbines à gaz industrielles, A. L. JAUMOTTE et L. R. BEDUWÉ	329, 393
Tuyaux-raccords dans les conduites forcées, G. SCHUFFERT	73
Voyage d'études de l'A. F. P. C. dans la région de l'Est de la France, G. N. BALBACHEVSKY	405
Voyage d'études du Groupement Belge de l'A. I. P. C.	585

Ponts

Pont de Forth (Aspects économiques), H. Shirley SMITH	582
Pont sur le Hollandse Diep, à Moerdijk	306
Ponts métalliques (Les plus beaux) construits aux Etats-Unis en 1952	68
Pont sur la Meuse mitoyenne, à Maaseik	65
Pont de Nhabich sur le Song-Be (Indochine)	113
Pont « Reichsbrücke », à Vienne, L. FABER	175
Ponts-rails à poutres mixtes acier-béton des Chemins de fer fédéraux suisses, L. MARGUERAT.	85
Pont-route sur la Meuse, à Namur, dit « Pont des Ardennes », Ch. BOTON	349
Pont suspendu d'Ancenis sur la Loire	9
Ponts suspendus (Le problème aérodynamique et sa solution), Dr. D. B. STEINMAN	491, 542
Viaduc d'autoroute soudé, à San-Francisco	382
Viaduc de la South Street, à New-York	57



	Pages
Constructions à ossature	
Acier (L') et la reconstruction des usines P. PEISSI	1
Aéroport de Londres (Conception des aérogares à l'), F. GIBBERD	522
Bâtiment à usage de bureaux, à Puteaux	540
Bâtiment du Centre technique de Vienne (Isère).	70
Bureaux d'études de la Société Demag, à Duis- burg (Allemagne), W. MOELLER	461
Centrale d'oxygène, à Seraing-sur-Meuse	444
Charpentes métalliques en arc	184
Charpentes métalliques, C. F. KOLLBRUNNER	361
Cinéma « Le Régent », à Oran (Algérie), H. POIS- BEAU et V. SCOB	429
Cirque Royal, à Bruxelles	32
Constructions mobiles	239
Constructions préfabriquées industrielles	129
Constructions tubulaires en Grande-Bretagne, T. BEDFORD	383
Couverture du bassin de giration du Ministère de la Marine, boulevard Victor, à Paris	307
Etaçonnage tubulaire pour la réalisation de la fouille des bâtiments de la Compagnie belge d'Assurances Générales, à Bruxelles, J. VER- DEYEN	529
Floralies (5 ^e) de Valenciennes (France)	271
Garage du Service de la voirie de la Ville de Bruxelles	127
Gare maritime de Los Angeles (U. S. A.)	504
Gratte-ciel (Nouveau), à Pittsburgh (U. S. A.)	72
Hangars haubanés	188
Hangar de l'aérodrome de New-York	123
Hangars préfabriqués pour avions	426
Hangars du type L.-J. Dubois, à Villacoublay.	591
Héliports (L'acier dans la construction des aires d'atterrissage pour), Lothar PRANG	525
Immeuble « La Fayette » à ossature métallique, à Alger, P. PEISSI	245
Laboratoires de recherches de la Société ICI, à Welwyn (Grande-Bretagne)	603
Magasins Jelmoli, à Zurich-Oerlikon (Suisse), M. FREI	471
Magasins « A l'Innovation », à Charleroi	470
Maison « C. E. C. A. » à l'Exposition Internatio- nale de Charleroi	439
Palais des Expositions de Charleroi	233

	Pages
Pavillon à ossature métallique, à Saint-Dizier (France)	475
Portes métalliques des hangars de Marignane, R. CHEVALIER	467
Raffinerie Esso, à Anvers	299
Transformation d'un garage en immeuble admi- nistratif, rue Marbeuf, à Paris, P. PEISSI	118
Usines Sochaux de la Société des Automobiles Peugeot	61

Transports

Comparaison dans les conceptions coulées, em- bouties, soudées et rivées des bogies de voitures, P. PRINGIERS	19
Locomotives Diesel-électriques Cockerill-Baldwin pour l'Otraco (Construction coulée et cons- truction soudée), M. ALEXANDRE et P. LAVAL.	485
Locomotives Diesel électriques pour le Congo Belge	490
Matériel roulant (Emploi de la tôle en), J. LOURTIE	518

Divers

Acier (l') et ses applications	48, 64
Aménagement hydroélectrique de la Haute-Isère (France), G. FERRAND	191
Echelle tubulaire pour la récolte des fruits	539
Grues en caisson, F. TOUSSAINT	418
Grues flottantes du port d'Amsterdam	6
Grue (La plus haute d'Europe)	8
Industrie du pétrole (Construction métallique soudée), R. CHIROL	369
Installation hydro-électrique de Salime (Espagne).	144
Plates-formes roulantes, P. DÜRIG	17
Ports artificiels (Eléments métalliques préfabri- qués pour), W. Ch. BROU	195, 421
Pylône rigide qui s'enroule comme un ruban	596
Radiateur en acier, J. REMIERS	257
Réservoirs sphériques de grande capacité (Cons- truction soudée), Ed. HENRION	356
Réservoirs pour le stockage des produits volatils (Hortonsphères)	437
Réservoirs et tours de raffinerie de pétrole, F. GUYOT	302
Terrains de jeu en construction tubulaire (Appa- reillage pour)	534
Tour de télévision à Oklahoma City (U. S. A.).	594

Classement par noms d'auteur

ALEXANDRE, M. et LAVAL, P. — La construction coulée et la construction soudée se complè- tent dans les locomotives Diesel-électriques Cockerill-Baldwin pour l'Otraco	485
BALBACHEVSKY, G. N. — Voyage d'étude de l'A. F. P. C. dans la région de l'Est de la France	405
BEDFORD, T. — Constructions tubulaires en Grande-Bretagne	383
BEDUWÉ, L. R. et JAUMOTTE, A. L. — Quelques	

considérations sur les turbines à gaz indus- trielles	329, 393
BOTOX, Ch. — Le nouveau pont-route sur la Meuse, à Namur, dit « Pont des Ardennes ».	349
BOUCHAYER, R. — La protection contre la corro- sion des conduites forcées	477
BROU, W. — Les quais portuaires préfabriqués en acier	195, 421
CHEVALIER, R. — Réalisation des grandes portes métalliques des hangars de Marignane	467



	Pages		Pages
CHIROL, R. — La construction métallique soudée dans l'industrie du pétrole	369	MICHEL, P. A. — Projets d'aménagement des abords de la place Rogier en fonction de la nouvelle gare du Nord, à Bruxelles	242
DELEVOY, R. — Industrial Design et Esthétique industrielle	169	MOELLER, W. — Les nouveaux bureaux d'études de la Société Demag, à Duisburg (Allemagne).	461
DESCANS, L. — Constructions cellulaires en planches plates. — Etude détaillée de la sollicitation des parois circulaires	33, 77, 165	MOUTON, R. — Les Electrodes modernes à hautes performances	555
DESCOVICH, S. — Aspects économiques de l'emploi de l'acier à haute résistance dans la construction	576	MUSETTE, L. et ROBERT, E. — Le calcul des ossatures étagées à cellules multiples sous l'action du vent	609
DOR, L., HEBRANT, F. et HERBIET, H. — Résultats actuels de l'étude statistique des caractéristiques mécaniques des aciers A37 et A42.	93, 135	PEISSI, P. — L'Acier et la reconstruction des usines	1
DUPUIS, J. — Utilisation des produits plats pour la fabrication d'éléments de construction et l'équipement des bâtiments à étages	573	— Immeuble « La Fayette » à ossature métallique, à Alger	245
DÜRIG, P. — Plates-formes roulantes	17	— Transformation d'un garage en immeuble administratif, rue Marbeuf, à Paris	118
FABER, L. — Travaux de reconstruction de l'ancien pont « Reichsbrücke », à Vienne	175	POISBEAU, H. et SCOB, VI. — Cinéma « Le Régent », à Oran (Algérie)	429
FERRAND, G. — A propos de l'aménagement hydro-électrique de la Haute-Isère (France)	191	PRANG, L. — L'acier dans la construction des aires d'atterrissage pour hélicoptères	525
FREI, M. — L'ossature métallique des Grands Magasins Jelmoli, à Zurich-Oerlikon (Suisse).	471	PRINGIERS, P. — Comparaison dans les conceptions coulées, embouties, soudées et rivées des bogies de voitures	19
GIBBERD, F. — La conception des aérogares à l'Aéorport de Londres	522	REMOND, P. — Techniques nouvelles des bibliothèques	413
GODFREY, G. B. — Un simplification de la méthode de Cross pour les cadres symétriques soumis aux déplacements latéraux	151	RENIERS, J. — Le radiateur en acier	257
GUYOT, F. — Grands réservoirs et tours de raffinerie de pétrole	302	ROBERT, E. et MUSETTE, L. — Le calcul des ossatures étagées à cellules multiples sous l'action du vent	609
HEBRANT, F., HERBIET, H. et DOR, L. — Résultats actuels de l'étude statistique des caractéristiques mécaniques des Aciers A37 et A42.	93, 135	ROBEYNS, C. et SELIER, E. — Le décapage des constructions métalliques au chalumeau oxy-acétylénique	597
HENRION, Ed. — Quelques aperçus relatifs à la construction soudée de réservoirs sphériques de grande capacité	356	SCHUFFERT, G. — Tuyaux-raccords dans les conduites forcées	73
HERBIET, H., DOR, F. et HEBRANT, F. — Résultats actuels de l'étude statistique des caractéristiques mécaniques des Aciers A37 et A42.	93, 135	SCOB, VI. et POISBEAU, H. — Cinéma « Le Régent », à Oran (Algérie)	429
JAUMOTTE, A. L. et BEDUWÉ, L. R. — Quelques considérations sur les turbines à gaz industrielles	329, 393	SELIER, E. et ROBEYNS, C. — Le décapage des constructions métalliques au chalumeau oxy-acétylénique	597
KOLLBRUNNER, C. F. — Charpentes métalliques.	361	SHIRLEY SMITH, H. — Aspects économiques du projet du pont du Forth	582
LACROIX, P. — Contribution à la recherche des expressions algébriques des lignes d'influence.	445	STEINMAN, D. — Le problème aérodynamique des ponts suspendus et sa solution	491, 542
LAVAL, P. et ALEXANDRE, M. — La construction coulée et la construction soudée se complètent dans les locomotives Diesel-électriques Cockerill-Baldwin pour l'Otraco	485	TOTH, I. — Calcul des poutres continues	388
LAZARD, A. — Plastification des poutres à âme pleine, en acier doux, fléchies	274	TOUSSAINT, F. — Grues en caisson	418
LOURTIE, J. — Emploi de la tôle en matériel roulant	518	VERDEYEN, J. — Etançonnage tubulaire pour la réalisation de la fouille des bâtiments de la Compagnie belge d'Assurances Générales, à Bruxelles	529
MARGUERAT, L. — Les ponts-rails à poutres mixtes acier-béton des Chemins de fer fédéraux suisses	85	VIENOT, J. — Exposition « La Beauté de l'Acier », à Liège	313
MASSONNET, Ch. — Essais d'adaptation et de stabilisation plastique sur des poutrelles laminées.	318	WARTMANN, R. — L'ossature métallique au service de l'architecture	145
		WOLF, W. — Quelques problèmes actuels de la construction en acier	293
		WURTH, J. — Les aciers Thomas à l'oxygène. — Leur fabrication industrielle et leurs domaines d'application	205

Chronique

	Pages		Pages
1. Activité des Associations scientifiques et techniques		Bâtiments métalliques pour ateliers, garages, services généraux à l'aéroport de Melsbroek (Bruxelles)	108
Association française de normalisation (AFNOR)	344	Cokerie à Zenica (Yougoslavie)	514
Association française des Ponts et Charpentes (A. F. P. C.) (Voyage d'études)	348	Construction métallique en Allemagne	572
Association internationale des Ponts et Charpentes (A. I. P. C.) (Voyage d'études)	460	Ecole Provinciale des Arts et Métiers. — Section Jeunes Filles, à Nivelles	515
Comité permanent du C. R. I. F.	624	Floralies (5 ^{es}) de Valenciennes	344
Commission Mixte des Aciers (C. M. A.)	623	Grands Magasins « Galerias Preciados », à Madrid	512
Concours organisé par la « Beratungsstelle für Stahlverwendung » Düsseldorf	512	Gratte-ciel à San Francisco (U. S. A.)	458
Concours de la Société Centrale d'Architecture de Belgique	569	Hangar pour avions, à Melsbroek	232
Conférences Internationales d'Ingénieurs	347, 516	Immeuble de la Société des Produits Geigy à Paris	166
Congrès (5 ^e) de l'Association Internationale des Ponts et Charpentes (A. I. P. C.)	568	Institut des Constructions civiles de l'Université Libre de Bruxelles	56
Congrès des Constructeurs Métalliques Allemands à Baden-Baden.	458	Institut des Filles de la Sagesse, à Saint-Josse	229
Congrès de la Fédération internationale de l'Habitation et de l'Urbanisme	232	Maison C. E. C. A.	401
Congrès de l'Institut International de la Soudure à Zurich	570	Palais de la Culture et de la Science, à Varsovie	52
Congrès (16 ^e) International des Centres d'Information de l'Acier.	348	Pavillon métallique démontable « Holiday »	345
Congrès International des Distributions d'Eau	569	Tour du Petit Séminaire de Basse-Wavre	459
Congrès National de la Fédération de l'Urbanisme et de l'Habitation	403	Usine de margarine, à Léopoldville (Congo Belge)	515
Congrès (1 ^{er}) National Italien de Constructions Métalliques à Milan	516	Usine de montage d'automobiles « Fiat », à Waterloo	456
Congrès de la Soudure, à Essen	347	5. Emploi de l'acier dans les transports	
La défense de Bruxelles	140	Cargo à moteur « Lubilash »	343
Exposition (4 ^e) Européenne de la machine-outil	456	Chemin de fer Méditerranée-Niger	402
Exposition internationale Technique et Industrielle de Charleroi.	456, 513	Construction navale belge	228
Foire (6 ^e) Internationale de Liège	288, 516	Locomotives Diesel-électriques belges	56
Industrial Design	232	Pétrolier à turbines « Elisabeth »	109
Institut belge de Normalisation (I. B. N.)	457	Pétrolier à turbines « Esso Antwerp »	567
Institut international de la Soudure (I. I. S.)	51, 165, 232	Sous-marin atomique Nautilus	112
Institut international de Standardisation (ISO)	569	Transport de farine en vrac	622
Institut Supérieur d'Esthétique Industrielle	456	Transport de tôles	623
Journées Métallurgiques d'Automne, Paris, 25-30 octobre 1954.	289	Voitures sur pneumatiques des C. F. F.	624
Mission économique belge en Colombie, Equateur et Pérou	165	Voitures en acier inoxydable	625
Prix d'Architecture Van de Ven, 1954	232	6. Emplois divers de l'acier	
Prix du logement de la F. B. U. H.	166	Chevalement des Charbonnages du Hainaut	290
Prix d'Urbanisme de la F. B. U. H.	232	Dock flottant de 28.000 t de capacité	513
Prix de vulgarisation scientifique	570	Echelles pour l'éclairage public	624
Résultats des recherches de la C. E. C. M.	570	Ecluse Baudouin, à Anvers	227
2. Conférences		Elançons en matériel tubulaire	570
Constructions cellulaires en palplanches métalliques plates, par J. Verdeyen et S. Zaczek	53	Garde-corps pour la sécurité des routes	622
Eloge de l'Ingénieur, par M. Stucky	228	Haut fourneau à la S. A. Métallurgique d'Espérance-Longdoz	347
Essais jusqu'à destruction de trois pylônes métalliques en treillis, par L. Baes	228	Installation de gaz de l'Europe (La plus grande)	622
Evolution des ouvrages précontraints, par L. Baes	348	Porte de hangar d'avions	622
Gougeage et coupage oxy-acétylénique, par R. Pappi	53	Tube d'acier pour les poteaux d'éclairage	166
Modes de fixation des raidisseurs des poutres soudées, par H. Louis	456	7. Renseignements économiques	
Problème aérodynamique des ponts suspendus, par D. Steinman	400	La construction métallique en Belgique	50, 106, 164, 286, 454, 510, 566
Propagation de la rupture fragile dans l'acier, par M. Robertson	513	Le Marché de l'Acier	49, 105, 162, 225, 285, 341, 398, 453, 509, 565, 619
Soudabilité des Aciers A37HS, par J. Massinon	456	La production des produits plats en Europe	287
3. Emploi de l'acier dans les ponts		La sidérurgie dans le monde	50, 107, 164, 226, 286, 342, 399, 454, 510, 566, 620
Pont des Ardennes, à Namur	348	8. Divers	
Pont de Fer, à Tournai	346	Commémoration de la mort de Sir Henry M. Stanley, 1904-1954.	290
Pont de Hermalle-sous-Argenteau	108	Fête de famille du C. B. L. I. A.	53
Pont Orban, à Liège	140	Nomination du Professeur J. Verdeyen, à la direction de l'Institut des Constructions civiles de l'Université Libre de Bruxelles	457
Ponts J. Palfijn, à Gand	400	Record de laminage	623
Pont dit « de Philippeville » sur la Sambre, à Charleroi	165	Chronique du Congo belge	
Pont sur le Raritan River (U. S. A.)	571	54, 111, 168, 230, 291, 554, 626	
Pont St-Alban, à Bâle	23	Bibliothèque	
Pont tournant sur le Canal de Suez (Egypte)	460	47, 104, 161, 204, 292, 340, 404, 452, 507, 563, 617	
Procédé de lancement de ponts en acier	625	4. Emploi de l'acier dans le bâtiment	
4. Emploi de l'acier dans le bâtiment		Bâtiments des Forges, Usines et Fonderies de Gilly	229
Bâtiment du Laboratoire de Recherches des A. C. E. C.	623		

