

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° 5

MAI 1954

S O M M A I R E

Le Palais des Expositions de Charleroi	233
Une utilisation intéressante de l'acier - Les constructions mobiles	239
Projets d'aménagement des abords de la place Rogier en fonction de la nouvelle gare du Nord à Bruxelles, par P. A. Michel	242
Immeuble Lafayette en ossature métallique soudée, à Alger, par P. Peissi	245
Applications de l'acier inoxydable	251
Le radiateur en acier, par J. Reniers	257
Cinquièmes Florales de Valenciennes	271
Plastification des poutres à âme pleine en acier doux fléchies, par A. Lazard	274
CHRONIQUE	285
BIBLIOTHÈQUE	292

La couverture est une création Keiffer.

La polychromie en haut donne une vue d'un nouveau hall de la fabrique de fer de Charleroi.
Constructeur : S. A. Baume & Marpent.

La photographie inférieure représente la charpente métallique de la nouvelle gare de la Matson Navigation Co. à Los Angeles (U. S. A.).
Constructeur : Bethlehem Steel Co.

Photo William Eccles.

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.

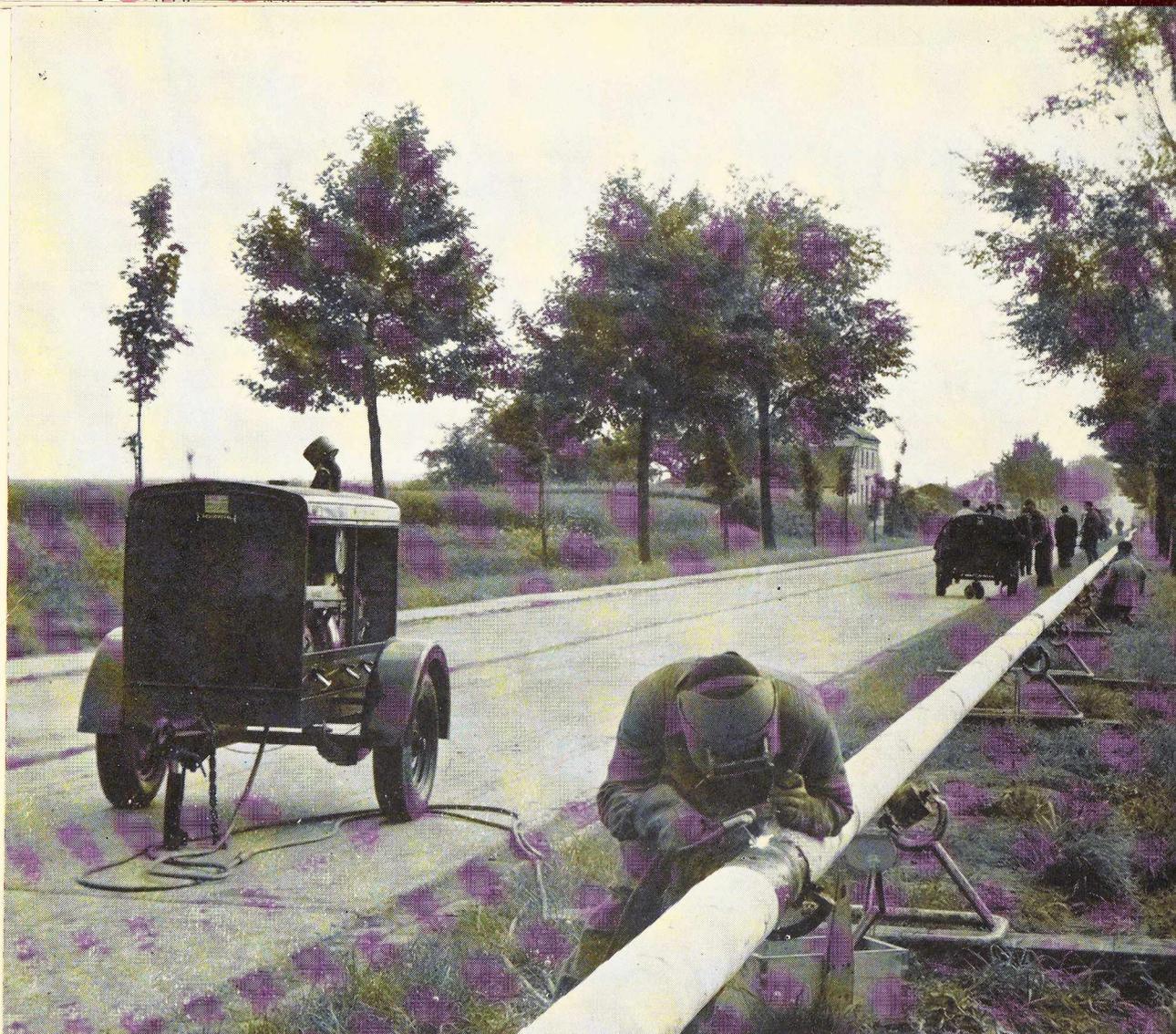
PRIX DU NUMÉRO :

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.



Soudage
de la conduite
de gaz
à haute pression
CHARLEROI-
NAMUR
exécuté
par la

ÉLECTRODES

★ *comète verte*

ET

GROUPES DE SOUDAGE

DE

SOUDOMETAL

S. A. **DISTRIGAZ**

et contrôlé par

I' A. I. B.

83, CHAUSSÉE DE RUYSBROECK
FOREST - BRUXELLES

TÉL. : 43.45.65

44.09.02

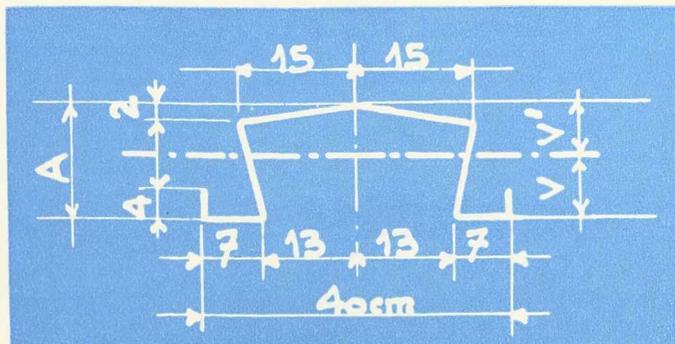
43.99.34

MINERVA

L'OSSATURE METALLIQUE

CARACTÉRISTIQUES DES ÉLÉMENTS LES PLUS COURANTS

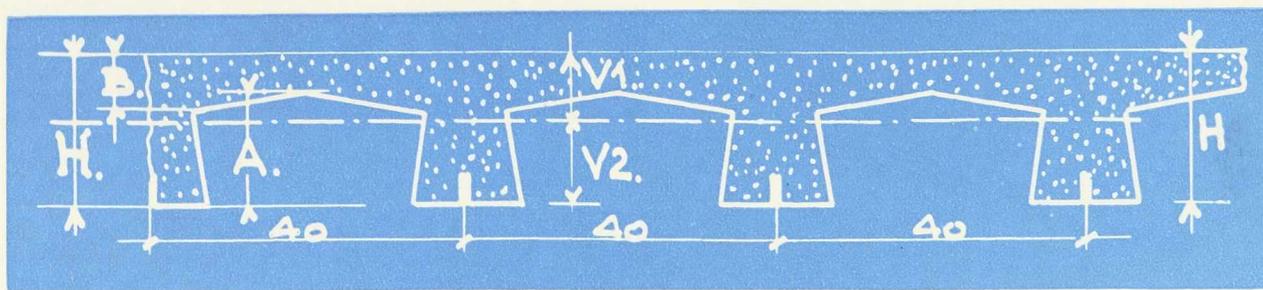
Type	Dimensions		Section cm ²	Poids kg/m	Moment d'inertie cm ⁴	Position de la fibre neutre		Module de flexion	
	Haut. A cm	Épais. mm				V cm	V' cm	I/V cm ³	I/V' cm ³
10/1	10	1,0	6,78	5,42	104	5,2	4,8	20	22
12,5/1	12,5	1,0	7,26	5,81	175	6,5	6,0	27	29
15/1	15	1,0	7,74	6,19	270	7,8	7,2	35	38
17,5/1	17,5	1,0	8,24	6,59	390	9,1	8,4	43	46
20/1	20	1,0	8,74	6,99	536	10,4	9,6	52	56



CARACTÉRISTIQUES DES MÊMES ÉLÉMENTS ASSOCIÉS AVEC DU BÉTON NORMAL pour une bande de plancher de 1,00 m de largeur et une épaisseur B du béton égale à 5 cm.

$m = 10 \parallel I_p, I_p/V_1$ et I_p/V_2 en unités béton $\parallel I$ et I/V en unités acier.

Profil hourdis	Hauteur hourdis A cm	Hauteur totale H	Par m ²		Caractéristiques par mètre de largeur						
			Volume béton dm ³	Poids mort	Hourdis avec remplissage béton normal			Hourdis seuls			
					V ₁ cm	V ₂ cm	I _p cm ⁴	I _p /V ₁ cm ³	I _p /V ₂ cm ³	I cm ⁴	I/V cm ³
10/1	10,0	13	73	175	3,87	9,13	7 050	1 820	77	260	50
12,5/1	12,5	15,5	80	191	4,33	11,17	10 865	2 510	97	437	67
15/1	15,0	18	88	210	4,82	13,18	15 790	3 275	120	675	87
17,5/1	17,5	20,5	95	226	5,33	15,17	21 960	4 120	145	975	107
20/1	20,0	23	103	245	5,88	17,12	29 390	5 000	171	1 340	130



296, RUE SAINT-DENIS, BRUXELLES. Tél. 43.50.70 (6 lignes)



PÉRIMÉ N'EST-CE PAS?

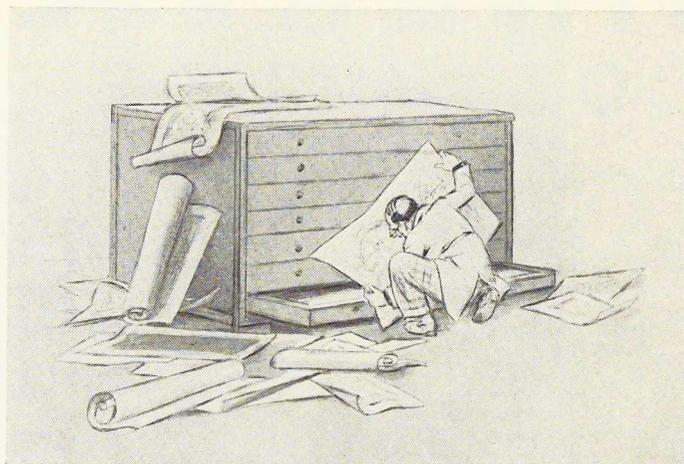


Alors...

CHOISISSEZ **PLANEX**

qui est la solution idéale

voyez plutôt...



Protection des documents, calques, plans.

Classement facile, agréable.

Grande capacité de classement.

PlaNs de toutes grandeurs dans un meuble « combiné ».

RechErche rapide des plans.

PlaneX existe en quatorze formats différents.

Demandez aujourd'hui même
documentation gratuite n° 130.

PLANEX

AUX

ETS DELBART S. P. R. L.

6, rue des Rentiers, HAINE-SAINT-PAUL

Tél. : La Louvière 225.78 et 240.16

TOUS LES MEUBLES MÉTALLIQUES

L'OSSATURE MÉTALLIQUE

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER

19^e ANNÉE - N^o 5

MAI 1954



Fig. 1. Hôtel de ville de Charleroi.

Le Palais des Expositions de Charleroi

Architecte : Jos. ANDRÉ

Au début du xvii^e siècle, Charleroi, dénommée, Charnoy, était une petite bourgade, dont le nombre d'habitants ne dépassait pas une cinquantaine. La construction d'une forteresse en 1666 par le Marquis de Castel Rodrigo, Gouverneur des Pays-Bas et sur l'ordre de Charles II, roi d'Espagne, transforma l'ancien village en une ville qui reçut le nom de Charleroi, en mémoire de son fondateur.

Après avoir subi de nombreux sièges dévastateurs et plusieurs dominations étrangères, Charleroi, dont la population s'est fortement développée, se caractérise dès le xviii^e siècle par la diversité de ses entreprises industrielles et artisanales.

Au xix^e siècle, Charleroi bénéficie de grands travaux : canalisation de la Sambre, construction de chemins de fer, création de boulevards, de quais. C'est aussi l'époque de l'installation dans la région de nombreux établissements industriels. La ville se transforme de plus en plus; l'exposi-

tion de 1911 consacre la grandeur commerciale et industrielle de la région.

L'année 1930 marque le départ d'une nouvelle période de développement qui lui donnera le cachet d'une cité moderne. Sur la Sambre, la construction d'un grand barrage avec écluse en amont de la ville et le remblaiement d'un bras non navigable permirent la suppression des écluses et déversoirs qui entravaient la circulation et occasionnaient des inondations fréquentes. Ces travaux amenèrent les pouvoirs publics à envisager la modification de l'aspect de la partie sud de la ville. Une nouvelle grande artère est livrée à la circulation.

La ville de Charleroi possède par la route, par le rail, tant pour l'intérieur que pour l'extérieur du pays, de multiples moyens d'accès. Il vient d'être procédé à l'électrification de la ligne Charleroi-Bruxelles. D'autre part, le canal Charleroi-Bruxelles est mis à grande section.

Sous l'impulsion de son active municipalité,

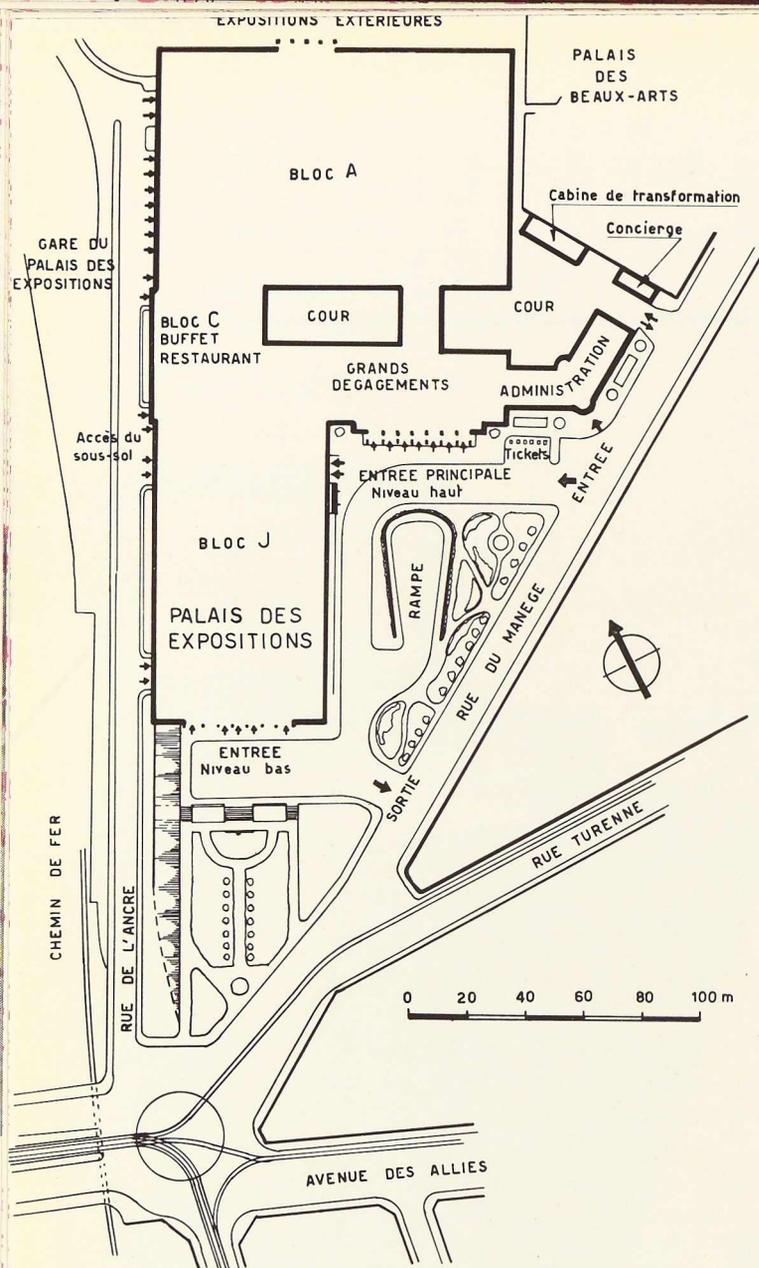


Fig. 2 (ci-contre). Plan de situation du nouveau Palais des Expositions de Charleroi.

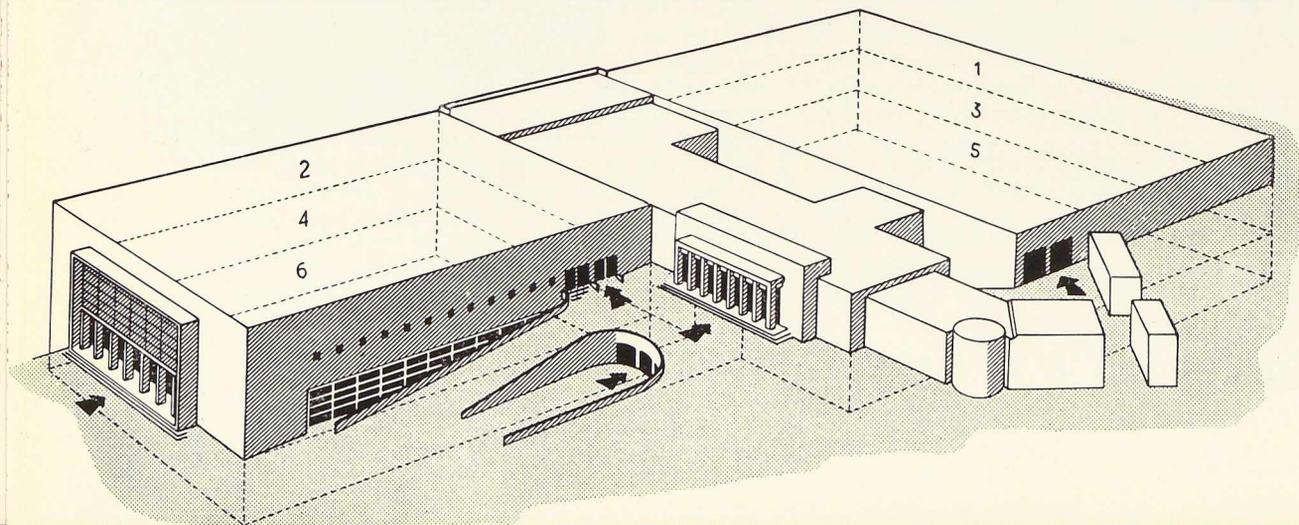
la ville de Charleroi vient de construire un imposant édifice destiné à abriter les foires et les expositions de la région carolorégienne. Cette œuvre remarquable fait honneur à son architecte M. Jos. André qui a su exprimer clairement l'idée fondamentale du programme. Le terrain mis à la disposition de l'architecte au centre de la ville, entre le chemin de fer de l'Ouest et la rue du Manège, allant du viaduc à la place du Manège, près de l'Hôtel de ville est spécial par sa nature (remblais et décombres sur une forte profondeur, nécessitant des fondations très importantes). Il est spécial également par sa topographie : une différence de niveau de 20 à 25 m entre le chemin de fer et la rue du Manège ayant elle-même une pente de 5 à 6 %.

La superficie est de l'ordre de 2,5 hectares sur lesquels il y avait lieu de prévoir des dégagements et des accès extérieurs spéciaux, d'où nécessité, en raison du terrain fort accidenté et de la superficie réduite, de construire en hauteur.

Le bâtiment est conçu sur trois hauteurs d'étages. Le premier, trop difficile d'accès pour des halls, est consacré aux installations des sous-sols, de la chaufferie et des garages. Le second, dont l'accès se fait par la partie basse de la rue du Manège et par le Fer à Cheval vers la partie supérieure, est utilisé pour la partie inférieure des halls. Le troisième, dont l'accès se fait par la partie haute de la rue du Manège (entrée principale) sera le plus vaste et le plus utilisé.

Ces deux étages comprennent : à droite, un

Fig. 3 (ci-dessous). Vue perspective du Palais des Expositions montrant l'emplacement des halls n^{os} 1 à 6.



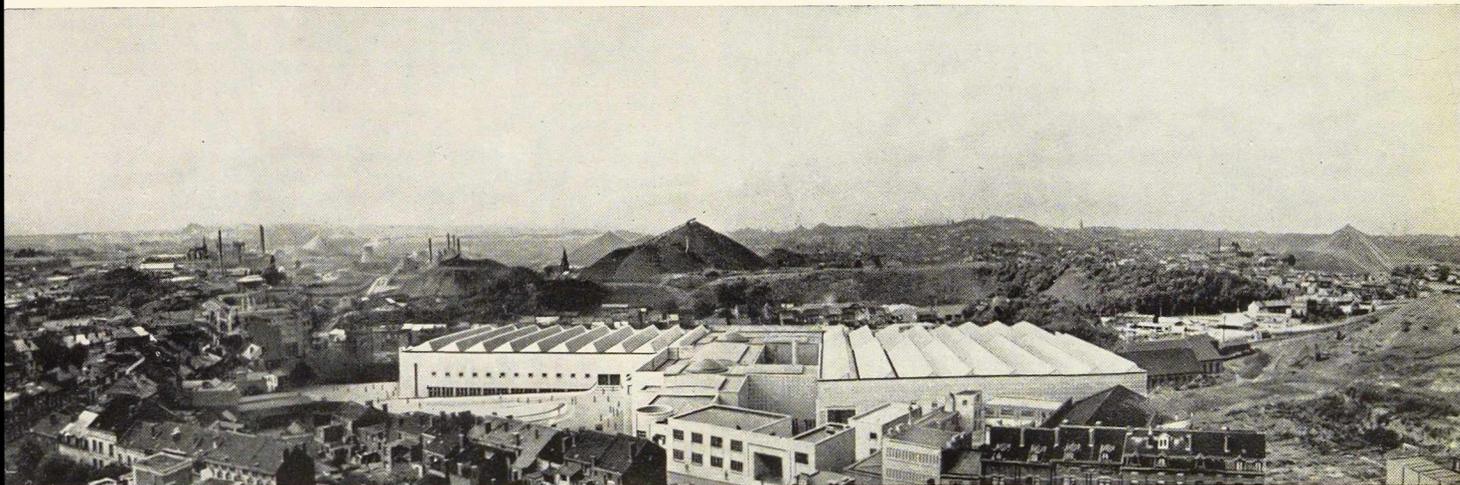


Fig. 4. Vue partielle de la ville de Charleroi. Au premier plan, le Palais des Expositions. A l'arrière-plan, les terrils de charbonnages.

hall de 80×120 m; à gauche, un autre hall de 60×100 m. 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, aux buffets et aux locaux annexes d'administration. Dans le hall de droite, au niveau supérieur, sont réservées trois travées de 20×80 m pour la grosse, la moyenne et la petite mécanique, où des ponts roulants permettront une manœuvre facile des pièces lourdes à exposer; l'entrée de celles-ci se fera par un large accès partant du haut de la rue du Manège.

La construction est portée par une ossature en béton armé pour les deux étages inférieurs et sur 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'aura pas de colonnes intérieures en vue de permettre diverses manifestations importantes, telles que expositions, fancy-fairs, compétitions sportives, etc.

Le Palais des Expositions de Charleroi est fondé sur près de 1 700 pieux Franki, moulés dans le sol. Ces pieux ont été foncés à travers des terrils jusqu'au terrain schisteux, la longueur de certains pieux atteint de ce fait 25 m. La capacité portante des pieux varie entre 60 et 90 t. Le volume des terres déplacées pour l'établissement des fondations dépasse $70\,000 \text{ m}^3$.

La construction de l'ossature a exigé la mise en œuvre de $25\,000 \text{ m}^3$ de béton armé et de 1 250 t de poutrelles métalliques.

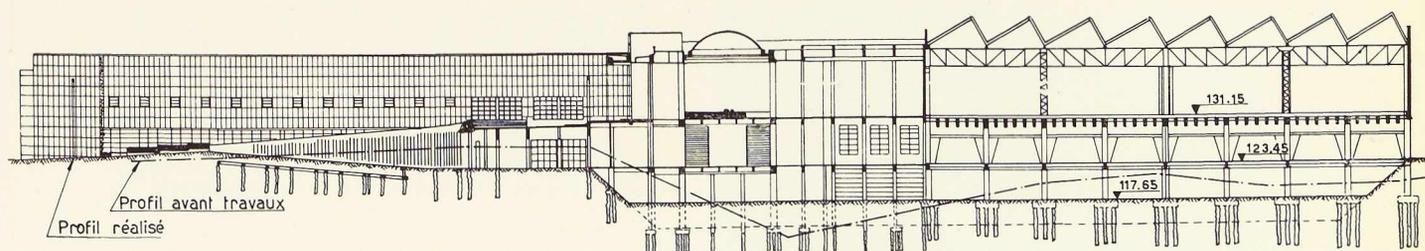


Fig. 5. Coupe sur l'axe de l'entrée principale.



Fig. 6. Impressionnantes poutres en treillis constituant le système porteur du Palais des Expositions.

Détails constructifs

La toiture du bâtiment A est composée de sheds Robert et Musette, de 60 m de portée dans le rectangle de 80×60 m, limité par les alignements V et W et de 20 m de portée dans le second rectangle W-Z, avec comme appuis les trois sablières W, X, Y et la paroi intérieure Z (fig. 7).

Les sablières W, X, Y ont comme objet principal de supporter les chemins de roulement de trois ponts roulants de 20 m environ de portée ayant comme puissances respectives 5 t, 15 t et 40 t.

Ces sablières prennent appui d'une part sur des colonnes métalliques intérieures distantes de 20 m et, d'autre part, sur les colonnes en béton armé noyées dans les parois extérieures.

L'obligation de réserver dans l'ossature en béton armé des joints de dilatation, limitant des

surfaces carrées de 40×40 m, a compliqué notablement l'étude de la charpente métallique.

La sablière W constitue un axe d'origine des effets de dilatation Est-Ouest; les colonnes de support de cette sablière sont encastrées selon les deux directions Nord-Sud et Est-Ouest. Les colonnes de la sablière X sont doubles, une de chaque côté du joint. Les colonnes de la sablière Y sont analogues à celles supportant la sablière X; elles sont toutefois simples au lieu d'être doubles. Les colonnes W ont été calculées pour absorber les effets du vent sur les toitures dans les directions Est-Ouest, les freinages transversaux et les effets de torsion des ponts roulants. Les colonnes W sont composées chacune de 2 Grey 60 DIN reliées par un treillis, soudées sur une assise de $1,60 \times 1,40$ m. Les sablières W, X et Y constituant des éléments primordiaux de la stabilité de l'ossature ont été complètement rivées. Les consoles de chemin de roulement sont soudées sous la membrure inférieure des sablières.

Les charpentes de toiture du bâtiment « A » de 80×60 m et celles du bâtiment « J » de 100×60 m sont de structure identique, à part que la première ne présente pas de pans coupés à son raccord avec la sablière W. La couverture est du fibro-ciment ondulé, la sous-toiture est posée dans des tés en acier. Il est prévu un matelas en ouate de verre, posé entre la couverture et la sous-toiture. Les barres à vitrage sont en aluminium. La portée des poutres des versants est de 60 m; la distance entre chéneaux de 10 m, l'inclinaison des versants 30° et 60° .

Les chéneaux sont en tôle galvanisée de 2 mm d'épaisseur. Les arbalétriers des fermes constituant montants des poutres de versant sont des U 28 PN pour 30° et des U 20 PN pour 60° .

Les diagonales sont réalisées en cornières. Les membrures inférieures et supérieures sont constituées chacune de 4 cornières. Les pans coupés ont leurs arêtiers formés par les diagonales extrêmes des poutres de versant, orientées pour la compression.

Les sheds de 20 m de portée ne présentent rien de particulier. La pente des chéneaux a été assurée en relevant les sablières X et Y par rapport aux niveaux d'extrémité sur les alignements W

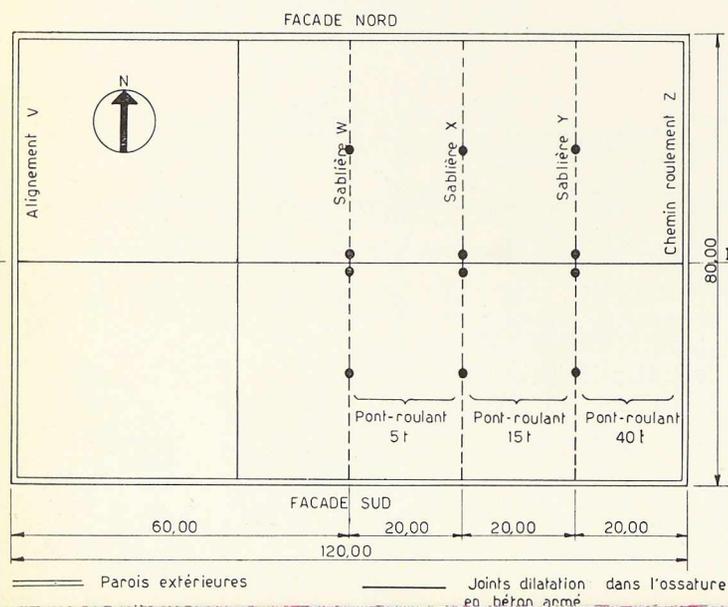


Fig. 7. Plan du bâtiment A du Palais des Expositions de Charleroi.

Fig. 8. Dégagement central qui relie, par deux vastes escaliers, les niveaux rez-de-chaussée bas et haut.

et Z. Les appareils d'appui à dilatation, supportant les charpentes de 60 m sont de deux types :

1° Ceux qui reposent sur une assise ordinaire en béton armé (un rouleau simple);

2° Ceux qui reposent sur une assise scindée par un joint de dilatation, composé de deux rouleaux inférieurs et d'un rouleau supérieur, tourné à 90° par rapport aux inférieurs.

Le montage des charpentes de 60 m s'est fait de la façon suivante.

Une poutre en caisson de 50 m de longueur environ a été fabriquée pour servir à l'atelier de gabarit et au chantier de longeron de levage. A l'aide de ce longeron on a pu mettre en place une travée complète de 60×10 m, d'un poids total de 40 t, comportant un versant à 30° et un versant à 60°, complètement assemblés à l'exception des rivets pour raccord aux éléments déjà en l'air, ou encore à terre.

Les façades où s'ouvrent les accès du public sont dégagées par un vaste espace aménagé en jardins. Six entrées sont prévues dont :

— L'entrée monumentale au niveau haut des halls, dans un grand dégagement de 25 m de largeur;

— Le fer à cheval devant l'entrée principale et une autre entrée monumentale desservant tout le niveau bas des halls;

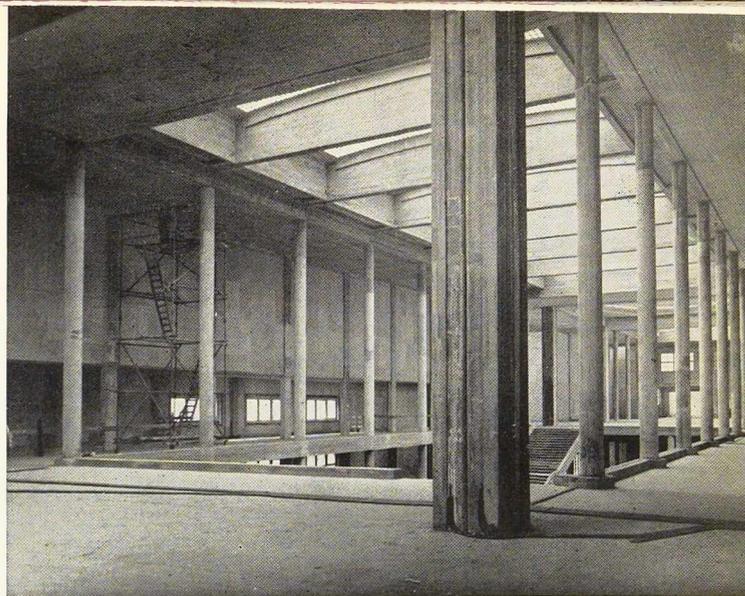
— La rotonde, pour le bâtiment d'administration se trouvant rue du Manège;

— La rue de l'Ancre, vers les garages pour voitures, aménagés sous les halls des expositions.

Les marchandises entreront par un raccordement à la ligne de chemin de fer; une voie pénétrera également à l'intérieur des halls, au niveau le plus bas et déchargera les marchandises au pied de quatre gros monte-charge vers les niveaux supérieurs d'une capacité de 5 et 2,5 t.

Les grosses pièces mécaniques, électriques ou autres, amenées par gros transport automobile, pénétreront directement dans le hall prévu au niveau haut. De la plate-forme, des remorques, des ponts roulants respectivement de 45, 15 et 5 t. prendront les machines pour les déposer à l'endroit choisi; la manutention en sera réduite au minimum.

Fig. 9. Autre vue du dégagement reliant les niveaux rez-de-chaussée bas et haut.



Photos Malevez.

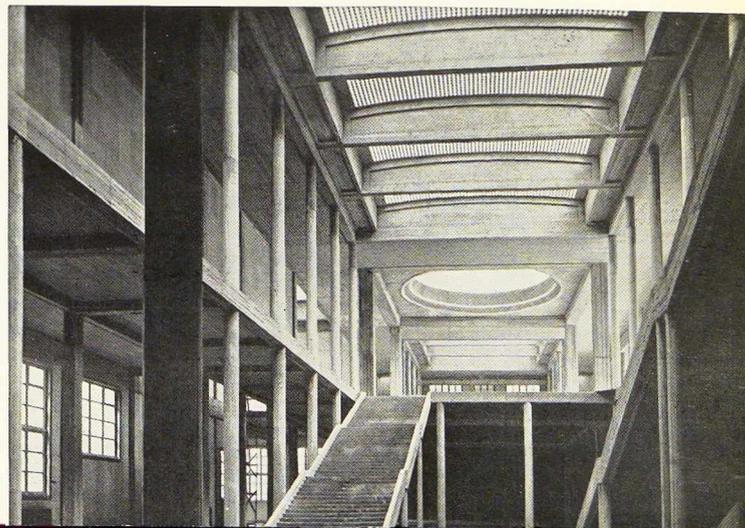
Deux grandes portes métalliques pour passage des camions avec rampe d'accès sont également prévues à la façade latérale; elles permettront aux camions de 3 t de distribuer partout à l'intérieur de ce hall.

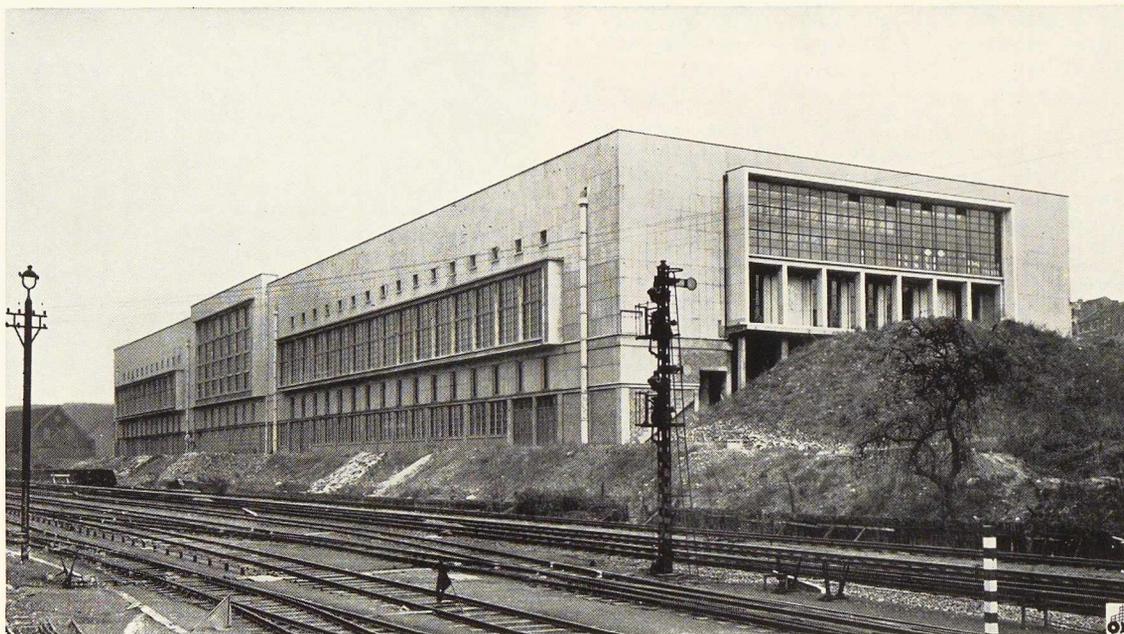
Dans un angle du bloc vers le viaduc, un large escalier établit une communication entre les deux niveaux. Un ascenseur pour 32 personnes double cet escalier.

Deux ascenseurs sont également prévus dans le second bloc vers la façade longeant le chemin de fer; ils serviront à la distribution des marchandises à exposer aux deux niveaux supérieurs.

Dans la partie centrale entre les halls il y aura un monte-charge ascenseur utilisé par le personnel des services de restaurants, cuisines, buvettes à tous les étages. Dans le bloc de la grande entrée haute, deux ascenseurs sont placés dans le grand dégagement; ils seront à l'usage exclusif des visiteurs.

Sous l'énergique impulsion de M. Octave Pinkers, Bourgmestre de Charleroi, les travaux de





Photos Malevez.

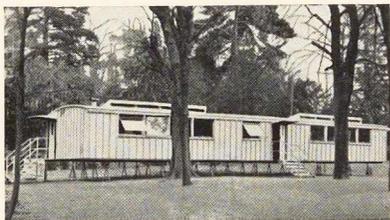
Fig. 10. Façade latérale du Palais des Expositions. Vue prise du chemin de fer.

construction du Palais des Expositions s'achève rapidement vers l'achèvement. La conception et la réalisation de ce vaste complexe font honneur à son architecte M. Jos. André et à ses collaborateurs : 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, les Ateliers Métallurgiques de Nivelles (division de la Sambre), etc.

C'est dans le cadre de cet imposant Palais que se tiendra au mois de septembre 1954 une exposition internationale technique et industrielle qui comprendra 8 groupes, à savoir : Mines et Carrières — Sidérurgie et industries métallurgiques — Constructions métalliques et mécaniques — Electricité et électronique — Verrerie — Industries chimiques — Céramiques — Production de l'énergie.



Fig. 11. Entrée principale du Palais des Expositions. Vue prise en cours des travaux.



Une utilisation intéressante de l'acier Les constructions mobiles

Pas de terrassement, pas de soubassement, de nivellement, ni de main-d'œuvre accessoire, une construction entièrement réalisée en usine, acheminée à pied d'œuvre par route ou par fer, pouvant s'installer n'importe où, sans aucune préparation de terrain, livrée, montée, mise en place en quelques heures, avec revêtements extérieurs et intérieurs, portes, fenêtres, rideaux, peinture, installation électrique, chauffage, et éventuellement « meublée ».

Tels sont les principes de ce système de constructions qui a été employé pour des annexes de lycées et d'écoles, mais qu'on peut aussi bien adopter pour une infinité d'usages, tels que dortoirs, postes sanitaires, hôpitaux de campagne, cantines, et une fois muni d'aménagements dont les plans sont prêts, pour des maisons transportables, des logements économiques, etc.

Toute la charpente est constituée par des profils en tôle d'acier pliée de 2 mm d'épaisseur en moyenne, déterminés de façon telle que pour un poids minimum leur inertie soit maximum. Ils sont assemblés par soudure électrique à l'arc.

La charpente comprend : une paroi, deux pignons, une toiture, un plancher.

Les parois et pignons sont recouverts de tôles nervurées, revêtement extérieur en tôle de Rubafer zinguée, qui assure une protection parfaite contre la corrosion, fixation sur l'ossature par

vis taraudées; à l'intérieur, panneaux cellulaires en contreplaqué vernis.

La toiture est réalisée par des tôles d'acier zinguées deux faces, assemblées entre elles par agrafages ou recouvrement, avec superposition d'un couvre-joints; interposition entre la tôle de la toiture et le contreplaqué de plafond de panneaux isothermes.

Le plancher est en parquet chêne premier choix, 24 mm; sous ce plancher, constitution d'une lame d'air limitée à la partie supérieure par le parquet, à la partie inférieure par des panneaux isothermes pour l'isolation.

Chaque bloc comprend :

- 8 châssis de baies latérales (4 sur chaque paroi), munis de stores à enrouleurs fixés au-dessus de la baie, ouverture à l'italienne;
- 8 châssis de lanterneaux (4 de chaque côté) qui se mettent en auvent et sont amovibles;
- 2 portes vitrées entièrement métalliques, avec serrures, ouvrant vers l'extérieur;
- 2 escaliers métalliques articulés, en bouts du bâtiment, pour le bloc-type.

Les blocs-types peuvent être assemblés par deux ou plus, avec ou sans un vestibule intermédiaire qui les dessert, et dont les éléments légers n'exigent pas de moyens de transport spéciaux.

L'installation est faite couramment en 2 heures pour un bloc-type et en 5 heures pour un groupe de 2 blocs réunis par le vestibule, lequel est desservi par 2 escaliers, 2 autres escaliers constituant des accès directs par les extrémités pour le groupe complet.

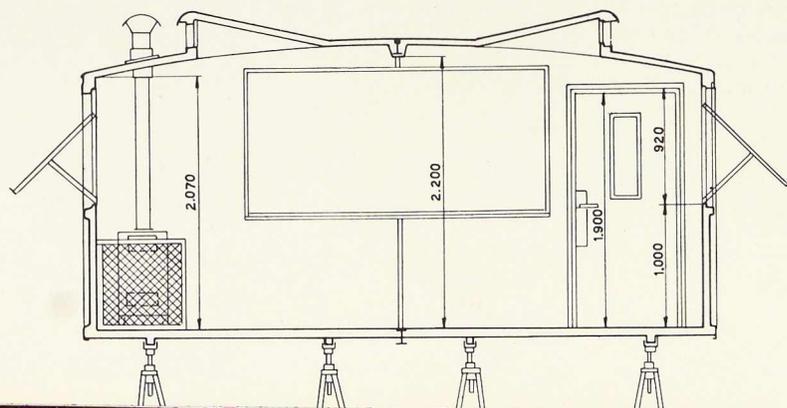


Fig. 2. Coupe transversale.

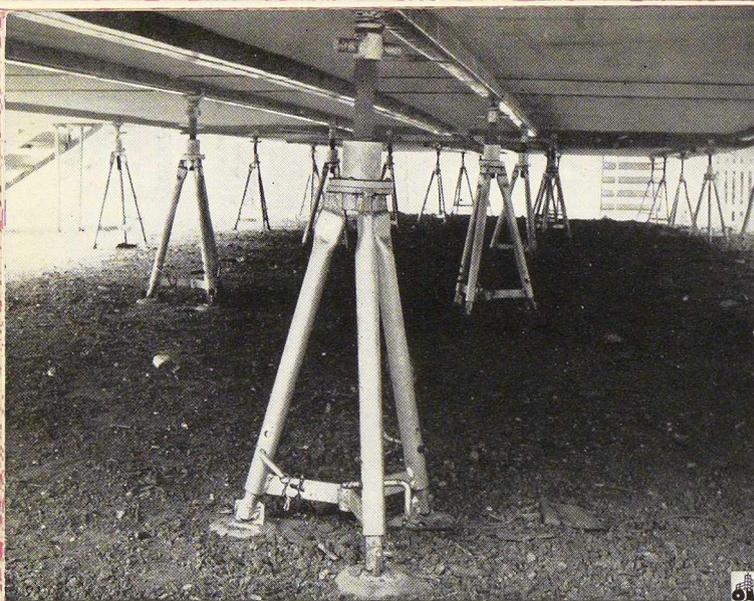


Fig. 3. Trépieds à vérins réglables supportant la construction.

L'élément peut être transporté indifféremment par route ou par fer. Il est de dimensions telles qu'il satisfait aux conditions imposées par les Ponts et Chaussées pour la circulation, et au gabarit des chemins de fer.

Pour être facilement maniable, il est de construction robuste, indéformable et ne pèse cependant que 2,7 t.

On voit d'ici l'intérêt que peuvent présenter de tels bâtiments pour les collectivités, l'Administration, le particulier.

Actuellement, une trentaine de ces constructions sont aménagées en écoles, construites par les Sociétés *Grames et Tubauto*, concessionnaires. Chaque bloc correspond à une classe de 40 élèves,

Photos P. Canivet.

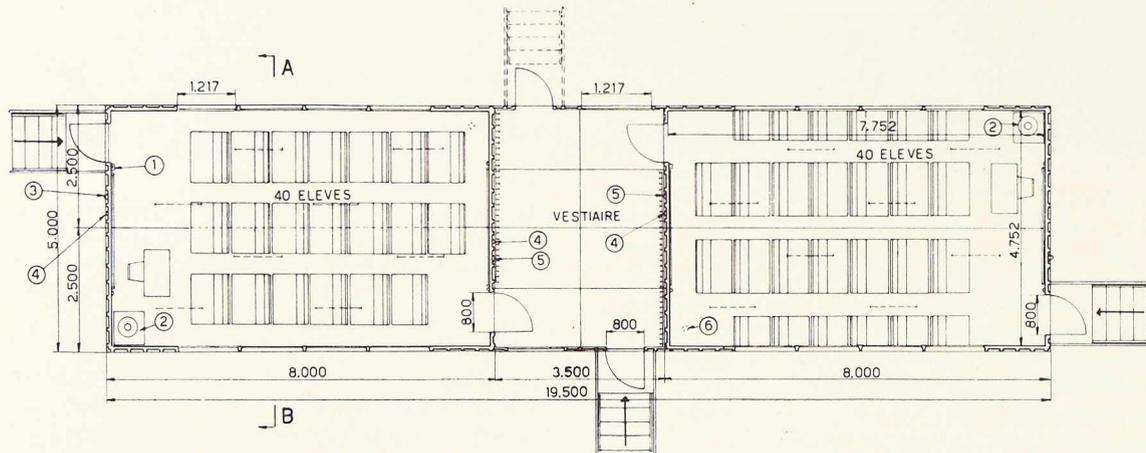


Fig. 4. Vue en plan d'un groupe scolaire.

1. Tableau électrique. - 2. Poêle. - 3. Eclairage extérieur. - 4. Eclairage vestiaire. - 5. Branchement électrique. - 6. Ventilateur.

Les éléments du vestibule sont très maniables puisque leur poids n'excède pas 50 kg.

L'ensemble de la construction repose sur des trépieds à vérins, réglables, qui éliminent les soubassements et permettent l'adaptation « tous terrains ». Ils rendent la construction parfaitement inaccessible à l'humidité, lui assurent une parfaite stabilité, et les vents les plus violents n'ont jamais amené la moindre fissure ou déformation.

Fig. 5. Vue intérieure d'une classe.

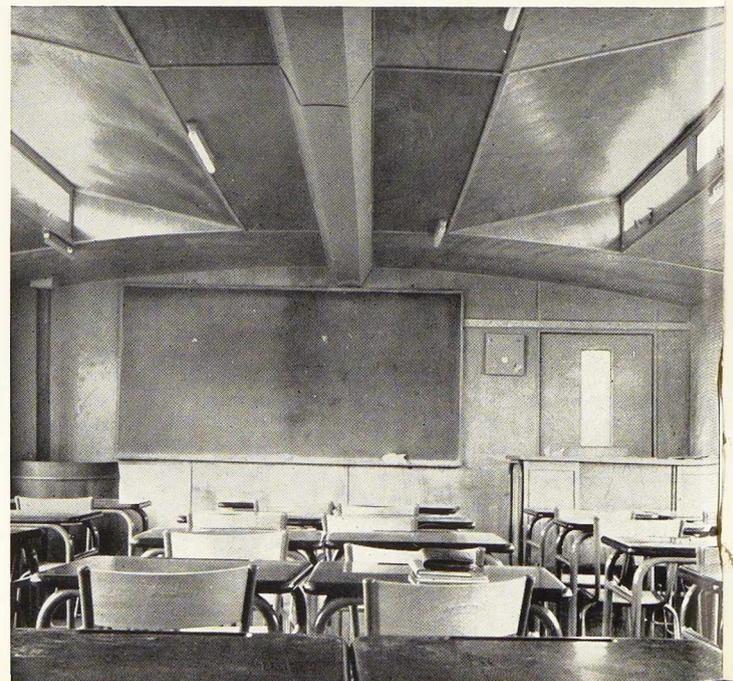


Fig. 6. Déplacement sur route d'un élément préfabriqué prêt à être installé.

et les usagers actuels des « classes mobiles » sont unanimes à en reconnaître le confort et les avantages, notamment en ce qui concerne la finition, la luminosité et l'isolement thermique et sonore.

Les solutions ainsi apportées par M. Félix Bru-nau, Architecte, Inspecteur général des Bâtiments civils, en vue de contribuer à résoudre la crise si angoissante du logement et de l'enseignement, sont particulièrement intéressantes et originales.

Il s'agissait de construire des bâtiments transportables après finition et présentant par consé-quent les mêmes caractères de solidité, la même résistance à la déformation qu'un châssis de véhi-cule, sans que le prix qui se rapproche naturelle-ment de celui des produits industriels de même nature, soit prohibitif par rapport au prix de revient des bâtiments de mêmes dimensions.

Les caractéristiques de ce bâtiment en font l'instrument de dépannage idéal, en raison du caractère immédiat de leur transport et de leur installation, et aussi du système de fixation au sol, qui permet d'utiliser des terrains de déchar-ges, des pentes de collines, terrains qui peuvent être loués ou détenus de façon très précaire.

Par contre, la solidité de la construction qui est égale à celle des bâtiments « en dur », permet de répéter presque indéfiniment ce dépannage, et



Photo Le Garlantezec.

en cas de revente, de récupérer la presque tota-lité de l'immobilisation exposée au moment de l'achat.

Cette réalisation constitue avant tout une uti-lisation extrêmement intéressante de la préfabri-cation métallique pure dans l'industrie du bâti-ment.

On sait à quel point l'acier tend à remplacer les méthodes traditionnelles de construction aux Etats-Unis, et nous avons publié des articles sur les bâtiments de New-York et Pittsburg, notam-ment, qui n'utilisent que le métal.

Les brevets intéressant ces constructions mo-biles appartiennent à la « Société des Construc-tions Mobiles », à Paris.

Photo P. Canivet.



Fig. 7. Accès laté-ral d'une construc-tion mobile.

Paul-Amaury Michel,
Ancien Président
de la Société belge des Urbanistes
et Architectes modernistes

Projets d'aménagement des abords de la place Rogier en fonction de la nouvelle gare du Nord à Bruxelles

S'il est vrai que « la preuve de la vitalité de Bruxelles se trouve dans ses innombrables remaniements » (1), on pourrait souhaiter cependant que ces remaniements résultent de plans d'ensemble soigneusement établis, alors qu'ils semblent se succéder sans ligne de conduite précise.

L'urbanisme ne se doit-il pas avant tout d'être *ordre* ?...

Aussi afin de créer l'harmonie — et peut-être plus encore « l'harmonie des espaces » que « l'harmonie des volumes » — faut-il savoir sacrifier parfois une partie des terrains libérés à la faveur de certains grands travaux.

C'est le cas, me semble-t-il, pour les abords de la nouvelle gare du Nord, à la suite de l'opération de chirurgie fort peu esthétique qu'a subie notre capitale, du fait de la Jonction Nord-Midi.

Comme le remarquait l'auteur de l'article déjà cité, le déplacement de la gare du Nord et la désaffectation des anciens locaux ne pouvaient s'opérer sans perturber très sensiblement les abords de la place Rogier. Il s'ensuit que le côté de l'ancienne gare est délaissé, son trafic propre ayant disparu. Le même effet se fait sentir dans les rues latérales et les riverains s'en inquiètent à juste raison.

Mon rôle n'est pas de défendre les intérêts de quelques-uns; c'est pourquoi j'analyserai plutôt le problème des abords de la nouvelle gare du Nord du point de vue esthétique, en recherchant les moyens de les intégrer dans le site urbain.

A mon avis, il est double, en ce sens qu'il faut aboutir à ce que la nouvelle gare, vue de la place Rogier et inversement la place Rogier vue de la nouvelle gare, aient un caractère de grandeur et forment ce que l'on eut appelé dans le temps un ensemble monumental.

Ce double problème doit, de plus, tenir compte de l'aspect psychologique et insuffler à ce quartier une animation nouvelle qu'il risque sinon de perdre.

Réfléchissons un moment à l'aspect que présentait Bruxelles avant la mise en service de la Jonction. On constate aussitôt que, tant la gare

du Nord que la gare du Midi, étaient intégrées dans le site urbain.

Leur caractère même, de gare à rebroussement, avait permis de les situer en face des grands axes de circulation. L'une et l'autre dirigeaient leur façade vers le cœur de la Cité, nos principales artères y aboutissaient tout naturellement.

Or, la Jonction a transformé ces deux gares en gares de passage, ce qui implique que leur position soit tangentielle aux voies. C'est ce fait qui a donné lieu à l'implantation des deux gares nouvelles, implantation qui ne correspond plus avec les axes précités et ne « cadre » plus dans le site urbain.

C'est pourquoi celui-ci doit être remanié en conséquence si l'on veut sauver le caractère des abords de chacun de ces quartiers.

Grosso modo la gare nouvelle a été reculée de quelque 400 m par rapport à l'ancienne. Qu'on laisse subsister cette dernière, quelle que soit son affectation, le site de la place Rogier demeure intact mais la gare nouvelle semblera toujours reléguée dans un coin, tel un enfant en pénitence... Le voyageur, qu'il s'y rende ou qu'il en vienne, doit franchir le goulot que constitue principalement la rue qui, par ironie semble-t-il, se nomme rue du Progrès!... Quant à l'étranger débarquant à Bruxelles, on souhaiterait qu'il ait une impression meilleure et qu'un ensemble plus imposant l'amène vers le Centre.

L'on s'aperçoit donc que, dans les deux sens, les bâtiments de l'ancienne gare bouchent l'horizon et l'on ne voit pas bien les raisons qui militent en faveur de la conservation de la gare ancienne, encore qu'elle ne soit ni plus ni moins laide que d'autres édifices.

Il paraît donc souhaitable d'ériger sur son emplacement un ensemble architectural susceptible de décongestionner l'horizon, d'aérer esthétiquement et pratiquement ce quartier morne et banal, de recréer une animation fortement dimi-

(1) « La Jonction Nord-Midi et le parking automobile » (*Le Soir* du 23 janvier 1953).

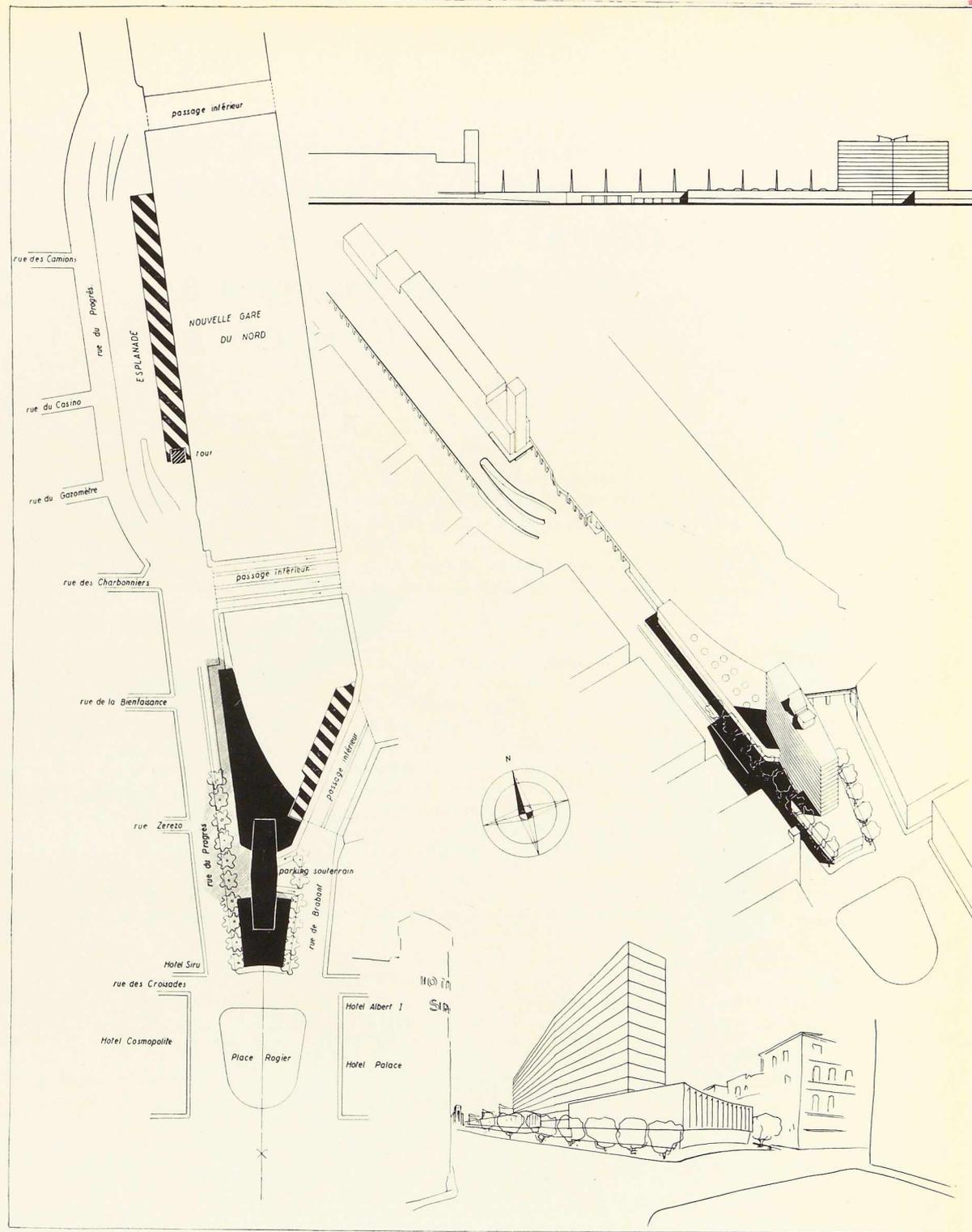


Fig. 1.

nuée en la « soudant » à celle qui règne sur les grands boulevards avoisinants. Il faut encore que les bâtiments projetés attirent le regard en direction de la nouvelle gare du Nord donnant ainsi l'impression qu'elle est moins éloignée et plus

facile à atteindre, encore qu'il faille en profiter pour améliorer les accès.

N'est-ce point l'occasion d'ériger dans ce quartier que nul monument ancien n'entrave, un ensemble moderne valable résultant d'impératifs

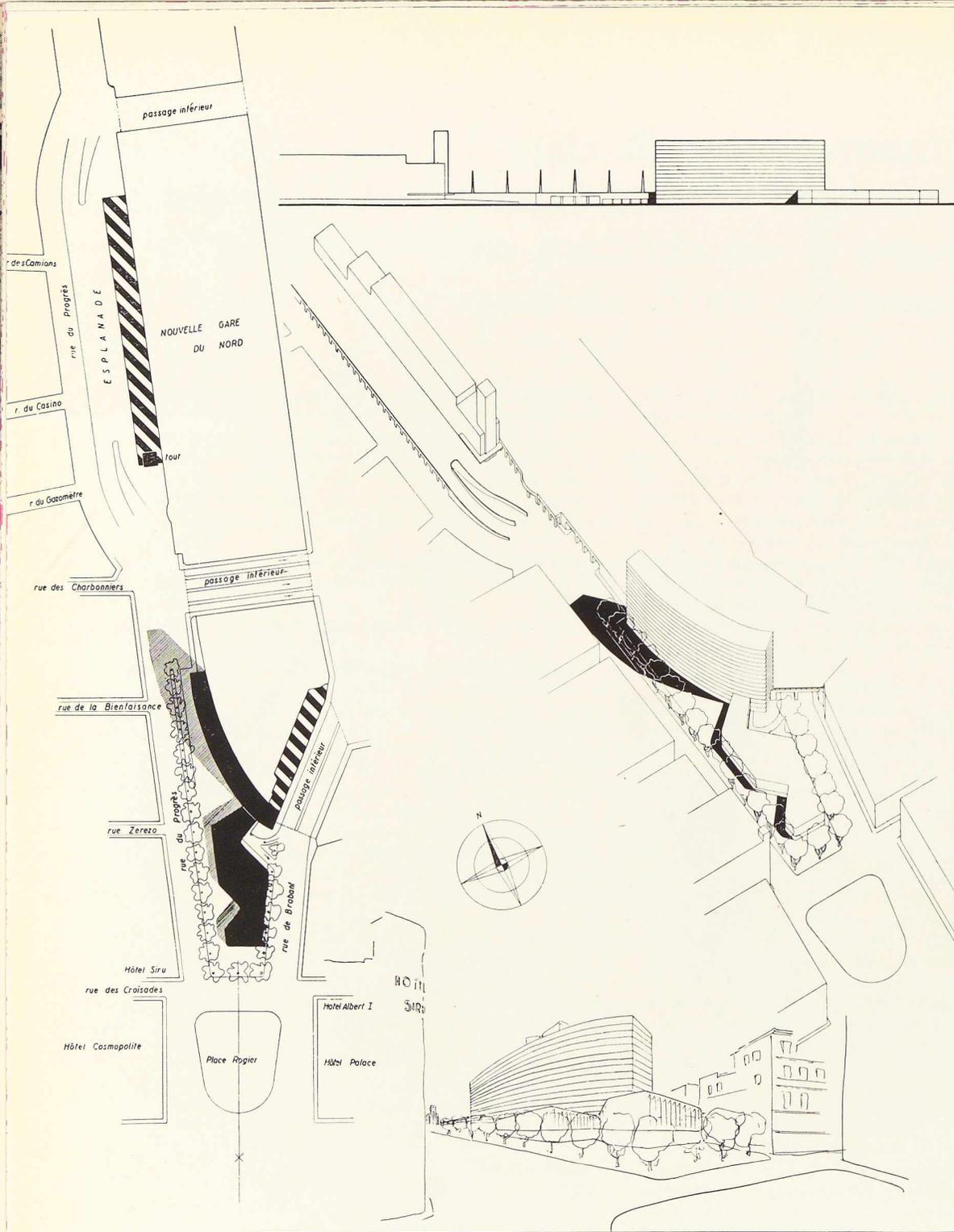


Fig. 2

nombreux qui lui dicteraient ses formes, en tenant compte des circulations, de la vie commerciale du quartier, du climat psychologique, conjugués avec l'esthétique.

P.-A. M.

N. D. L. R. — Les projets dont il est question ci-dessus ont été transmis aux différents Services techniques intéressés des Ministères, de l'O. N. J. et des Administrations communales.

Ils ont donné lieu à des réactions favorables de la part de certaines de ces Administrations, lesquelles considèrent que les abords de la Gare du Nord devraient être aménagés pour l'Exposition Internationale de 1958.

P. Peissi,
Directeur de l'O. T. U. A.

Immeuble « La Fayette » à ossature métallique à Alger (1)

L'immeuble « La Fayette », à Alger, destiné à l'habitation en copropriété, est situé au flanc des coteaux d'Alger, surplombant le boulevard Camille Saint-Saëns et en contrebas du boulevard du Télemly, les deux autres faces de l'emprise de terrain étant limitées par les rues La Fayette et Calmels.

L'ensemble, haut de 75 m, est constitué d'un socle en béton armé à quatre niveaux, qui occupe la totalité du terrain (2 700 m²) et qui supporte, sur le tiers environ de cette surface, quatre blocs d'appartements, juxtaposés, à ossature en acier, de quinze étages chacun.

La partie libre, sur le socle, est aménagée en jardin d'enfants.

La distribution de l'immeuble est la suivante, de bas en haut

a) Dans le socle :

— Au rez-de-chaussée, un unique local commercial, de plain-pied avec la rue Calmels;

— Dans les trois étages supérieurs, des studios en bordure des rues La Fayette et Calmels, et des box de garage dans la partie centrale de la construction.

Le premier étage est de plain-pied avec le bas de la rue La Fayette.

b) Dans les blocs d'habitation :

— Au rez-de-chaussée, des boutiques et des locaux commerciaux divers de plain-pied avec la partie haute de la rue La Fayette et avec le jardin d'enfants;

— Du 1^{er} au 15^e étage, 7 appartements par étage, soit au total 105 appartements de 3, 4 et 5 pièces, pourvus du plus grand confort (fig. 2).

Les escaliers, au nombre de quatre (1 par bloc) desservent chacun deux appartements par étage, sauf celui du bloc nord qui n'en dessert qu'un seul.

(1) Extrait de la revue *Bâtir*, no 31-1953.

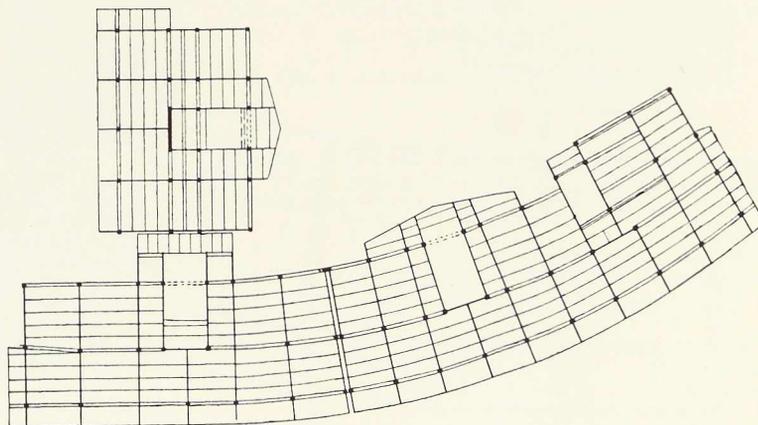


Fig. 1. Vue en plan de la charpente d'un étage courant. Tous les éléments de l'ossature en acier sont assemblés par soudure.

Caractéristiques générales

Hauteurs d'étages, mesurées de carrelage à carrelage :

Dans le socle	3,75 à 4,50 m
Dans les blocs d'habitation :	
Rez-de-chaussée	4,50 m
Etages courants	3,45 m
Dépendances sur la terrasse	3,05 m

Les principes constructifs, arrêtés lors d'une étude minutieuse de la hauteur et de l'élanement de l'immeuble, sont les suivants :

Les fondations sont constituées par un quadrillage de poutres-semelles en béton armé, encastrées dans un sol schisteux, compact et très dur.

Les poteaux, composés de deux profilés jumelés formant un caisson, sont enrobés et remplis de béton qui intervient dans la résistance de ceux-ci (fig. 3 et 11).

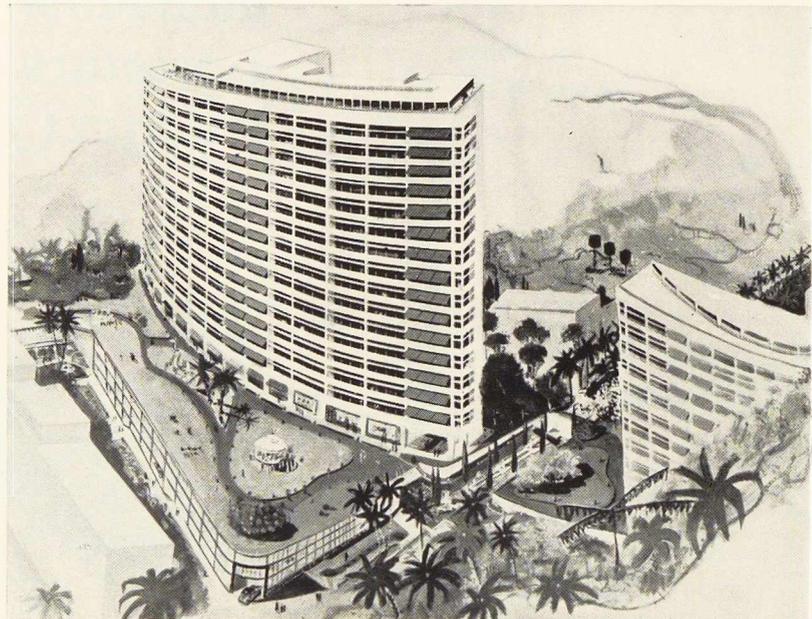
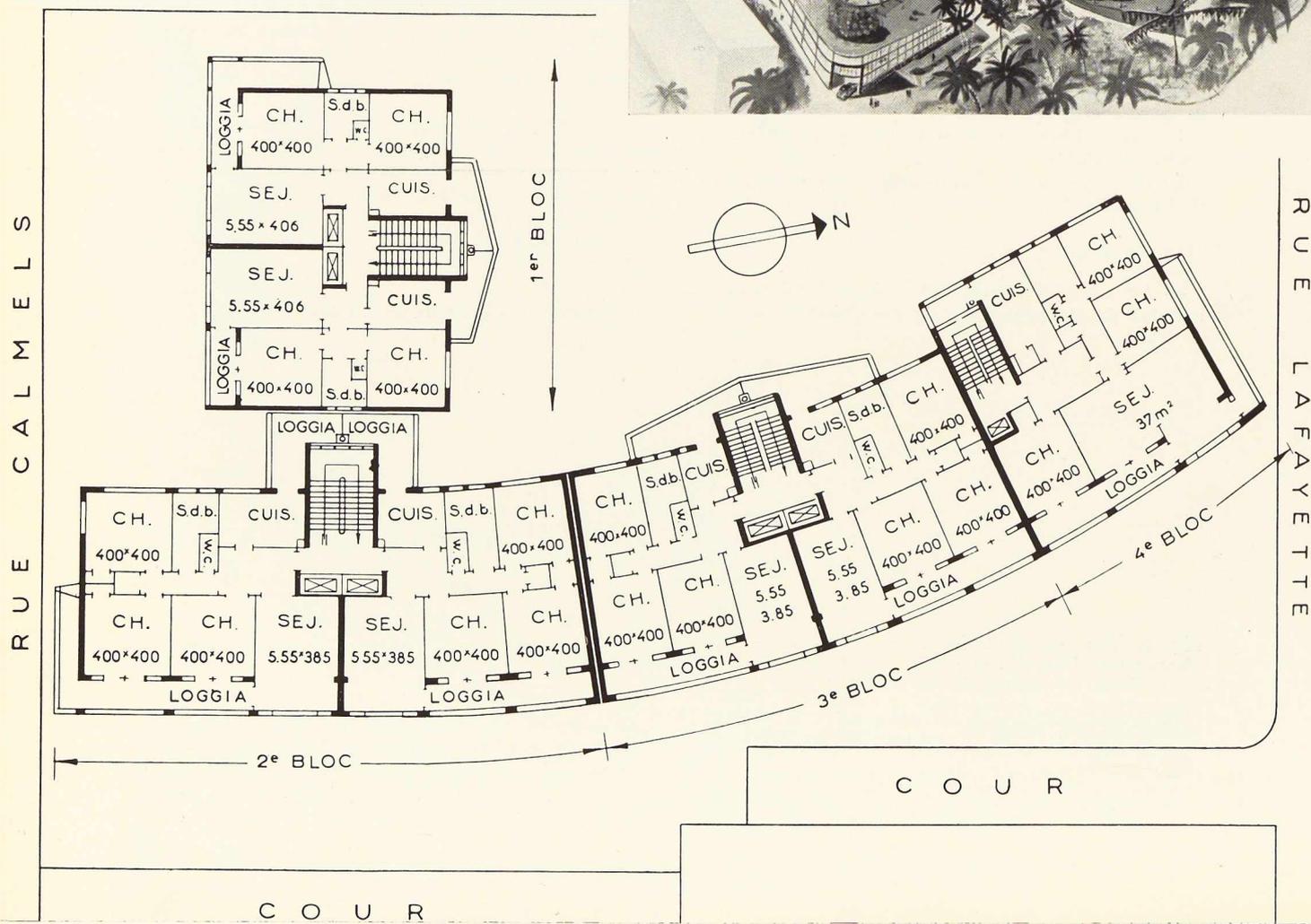


Fig. 2. Vue perspective de l'immeuble La Fayette à Alger (ci-contre) et plan d'un étage courant (ci-dessous).



Les planchers sont du type « fer-béton », dans lesquels les solives métalliques constituent l'armature inférieure, solidaire de la dalle en béton armé (fig. 5).

La stabilité est assurée dans le sens transversal par des portiques superposés, à trois ou quatre pieds (fig. 4), les portiques en acier étant prolongés dans le socle par des portiques en béton armé.

La liaison des premiers avec les seconds se fait sur la hauteur du rez-de-chaussée, au-dessus du socle.

Dans le sens longitudinal, la stabilité est assurée par l'ensemble constitué par les poteaux et les longrines moisées et encastrées.

On a pris pour base de calculs, les règles du M. R. L. (1) et on a déterminé les divers éléments des portiques en partant des méthodes de Takabeya.

Caractéristiques de l'ossature métallique

a) Les poteaux, composés de 2 IPN jumelés, sont suffisamment écartés pour laisser passer entre eux les poutres transversales IPN.

(1) Ministère de la Reconstruction et du Logement.

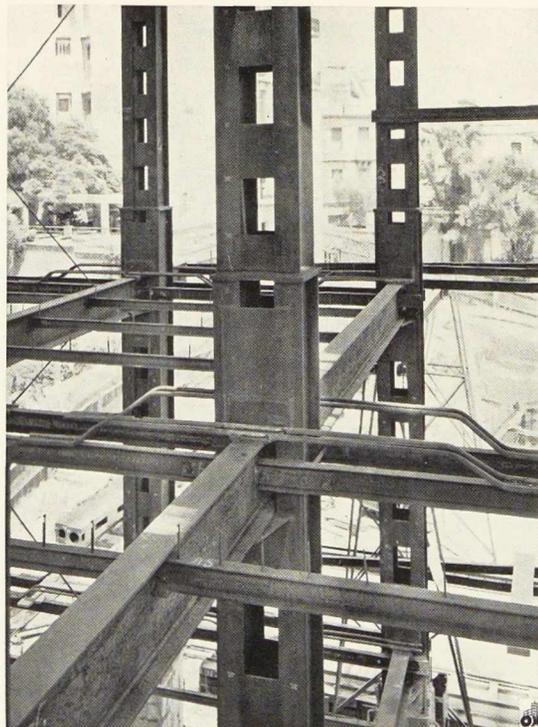


Fig. 3. Détail d'un nœud de l'ossature en acier.

Ils ont été préparés à l'atelier, par tronçons de la hauteur de deux étages, auxquels on soude, en tête de chacun d'eux, une plaque en acier de

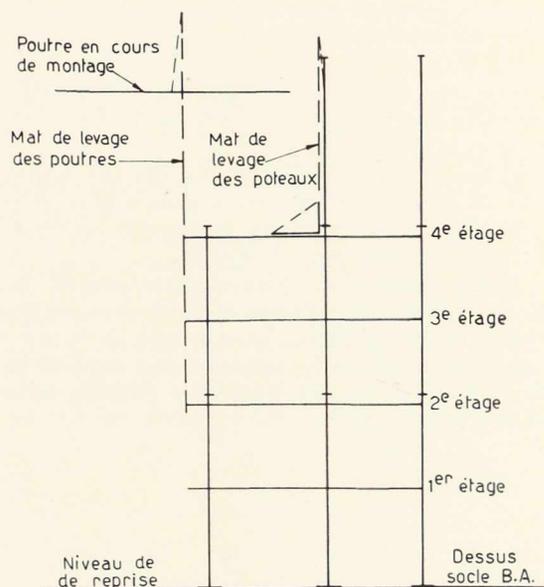


Fig. 4. Schéma de montage de la charpente métallique.

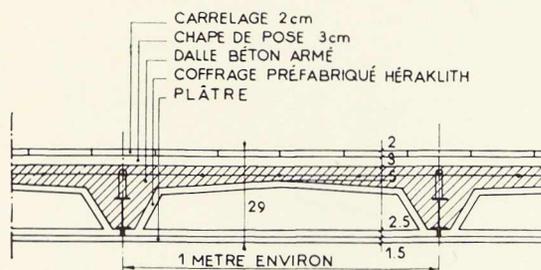
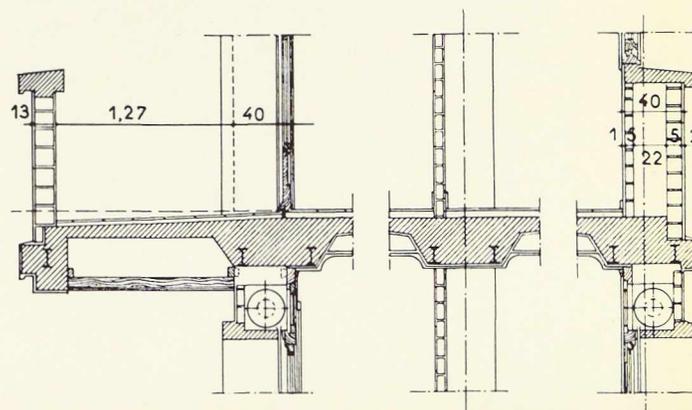


Fig. 5 (ci-dessus). Coupe d'un plancher.

Fig. 6 (ci-dessous). Coupes transversales.

1. Façade principale. - 2. Poteaux intermédiaires. - 3. Façade arrière.



forte épaisseur destinée à permettre la liaison avec le tronçon supérieur.

Au montage, les pieds des tronçons ont été assemblés sur les plaques de liaison par des équerres provisoires; on effectua ensuite l'assemblage définitif par soudure.

Les plaques de liaison comportaient en leur milieu une ouverture circulaire, la plus grande possible, pour assurer la continuité du béton de remplissage des poteaux.

b) Les poutres, constituées par des IPN continus de façade à façade, ont été assemblées aux poteaux par l'intermédiaire de goussets soudés à l'avance en atelier sur les poteaux.

Afin de faciliter leur mise en place, un vide de 15 cm avait été réservé entre le dessus des poutres et le gousset supérieur.

On procéda ensuite aux soudures de liaison entre les goussets inférieurs et la poutre, puis, lorsque cette opération fut terminée, on mit en

place les cales destinées à combler le vide indiqué ci-dessus et on les souda successivement aux goussets supérieurs et à la poutre.

c) Les longrines longitudinales, composées de deux solives courantes moisant les poteaux (fig. 3 et 6), ont été équipées d'armatures d'encastrement sur les poteaux.

d) Les solives sont des IPN 80 et IPN 100 qui constituèrent les armatures inférieures du plancher fer-béton.

La liaison fer-béton a été assurée par des épingles (goujons Nelson), soudées en atelier sur la partie supérieure des solives.

Montage de l'ossature

Le montage a été effectué en trois tranches verticales successives, chacune d'elles nécessitant un délai de deux mois environ.

Les éléments de charpente, approvisionnés au

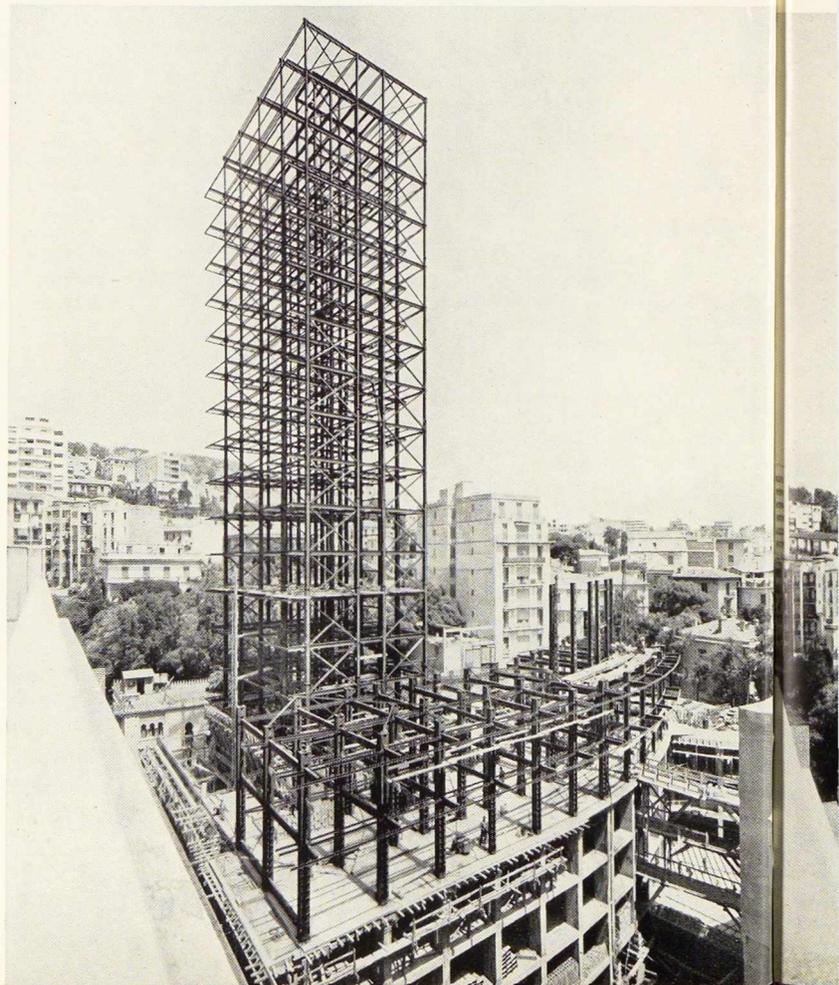
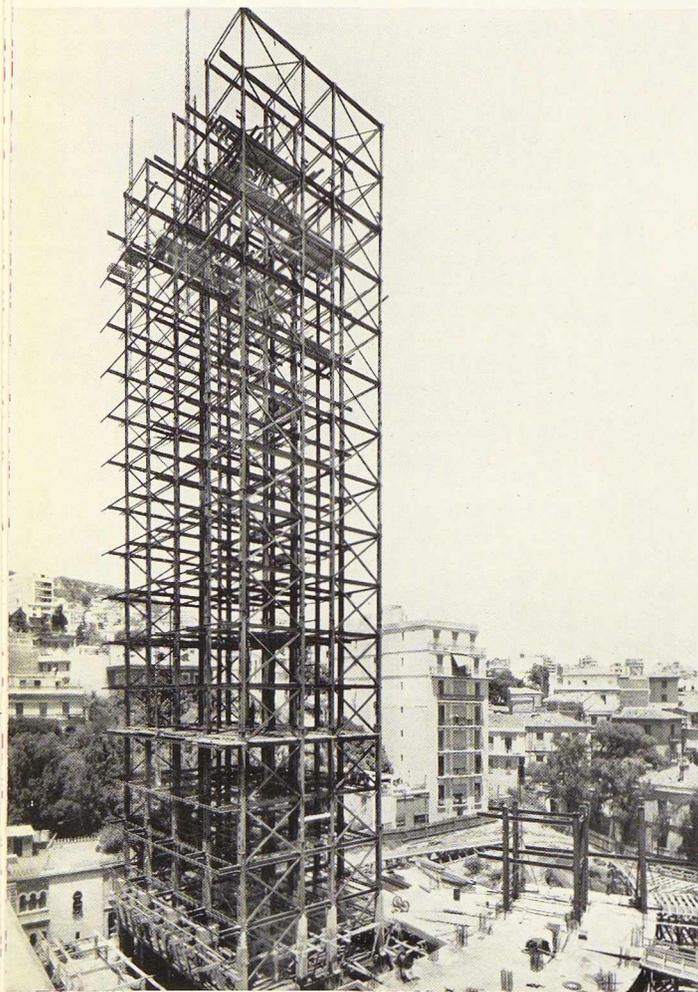


Fig. 7 à 10. Quatre étapes de la construction de l'ossature mét

fur et à mesure des besoins au niveau du rez-de-chaussée, ont été repris par des mâts métalliques équipés de treuils électriques (fig. 4).

On procéda d'abord au levage et à la mise en place des éléments principaux et c'est seulement après, que, pour ne pas gêner la manœuvre, on mit en place les solives à épingles.

Les équipes de soudure suivaient régulièrement celles du levage.

L'acier utilisé est de l'acier doux Thomas, préalablement soumis à des essais sommaires de soudabilité en atelier.

Ces essais ayant donné satisfaction, le détail d'exécution des soudures, tant en atelier que sur le chantier, a été minutieusement étudié et ordonné. Aucune difficulté particulière n'a été signalée.

Les électrodes les plus employées avaient un diamètre de 8 mm en atelier et 5 mm sur le chantier.

On procéda ensuite au bétonnage des poteaux, préalablement équipés d'étriers extérieurs en fil d'acier de 5 mm de diamètre.

On coula le béton en deux fois sur la hauteur d'un étage, soit d'abord entre le plancher et le plafond, puis, en même temps que les planchers, sur la hauteur comprise entre les goussets d'assemblage des poutres avec les poteaux.

La mise en place et la continuité parfaite du béton ont été obtenues par vibration.

Pour l'exécution des planchers, on a utilisé des hourdis formés de caissons en héraclith, calés sur les solives.

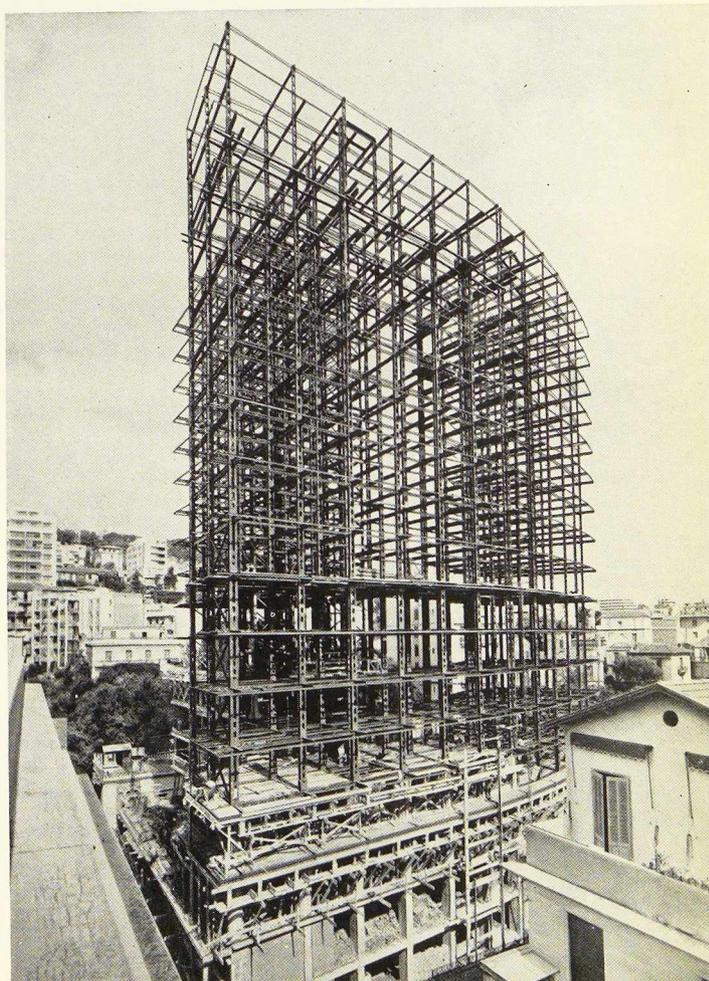
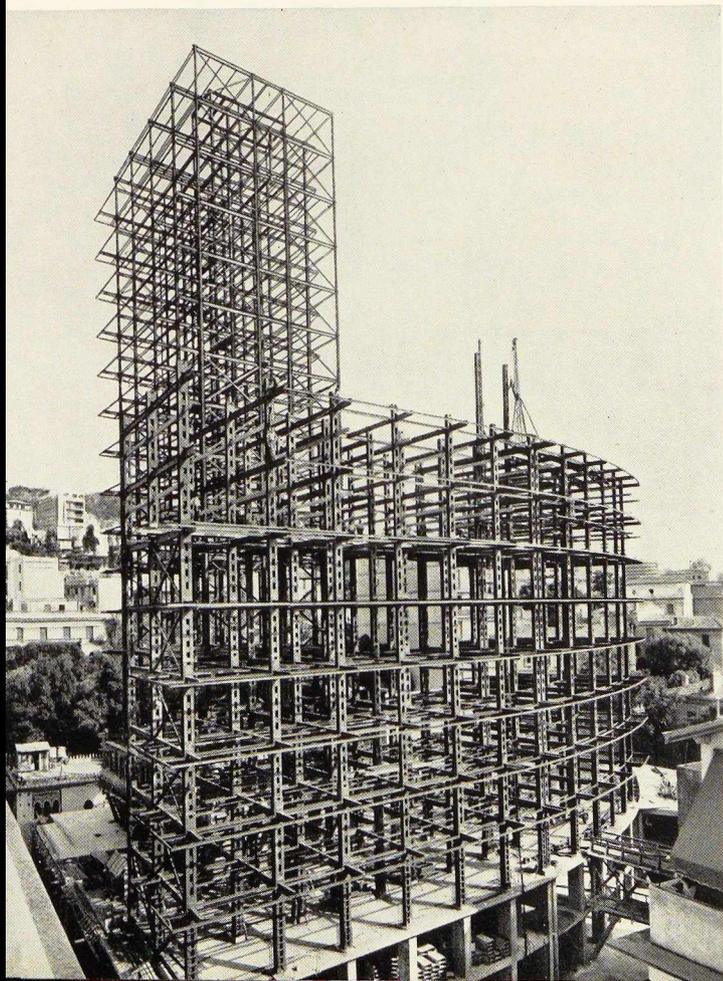
Des caissons analogues viennent également cofrer les longrines longitudinales entre poteaux et les poutres transversales. Seules les rives en façade ont nécessité un coffrage spécial en bois.

Enfin, le ferrailage et le coulage du plancher en béton ont suivi régulièrement la pose de ces caissons.

*

**

allique, accomplies en trois mois et demi.



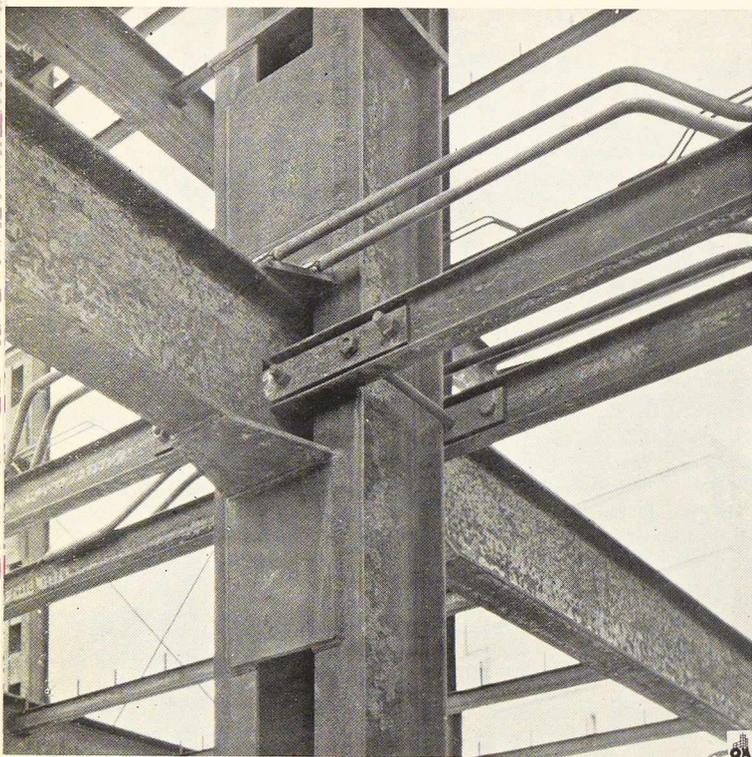


Fig. 11. Détail d'un nœud de l'ossature en acier.

Le groupe « La Fayette » a été construit par l'Organisme « Urbanisme Résidentiel et Industriel » à Alger, avec le concours des architectes Solivèrès et Cazalet.

L'ossature métallique, dont la figure 12 montre la silhouette imposante, a été construite par les Ateliers Durafour à Alger.

Son poids total est 1 150 t. Elle a été montée en six mois.

- Surface hors tout d'un plancher courant 1 023 m²
- Surface totale de 15 planchers courants et de la terrasse . . 16 362 m²
- Poids moyen de l'ossature métallique par m² de plancher . 70 kg environ

La construction d'un second groupe d'immeubles de 50 logements est prévue au nord de la rue La Fayette, suivant les principes constructifs adoptés pour le premier groupe.

Il comprendra un socle de 3 étages et un bloc de 14 étages.

P. P.

Photos : René Camilleri, Jacques Dumontier, Michel Petrusa.

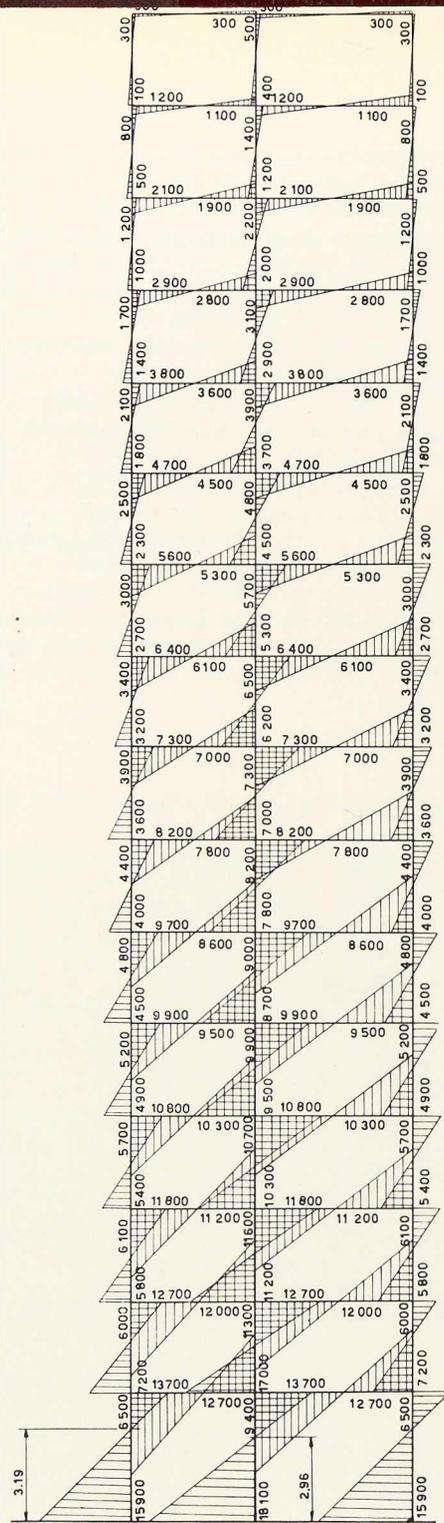


Fig. 12 (ci-dessus). Diagramme des moments fléchissants d'un portique de l'ossature métallique.



Applications de l'acier inoxydable en Architecture

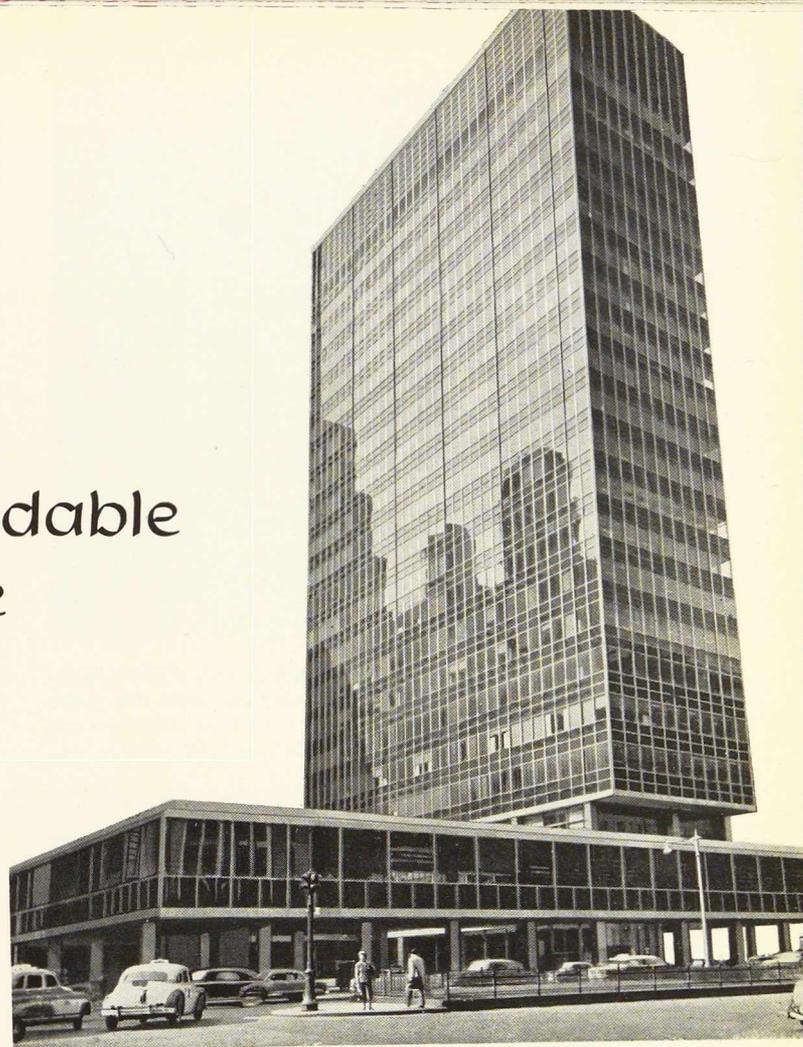


Fig. 1. L'élégante silhouette vitrée du bâtiment « Lever House » à New-York.

Architectes : Skidmore, Owings & Merrill.

En Europe aussi bien qu'en Amérique, l'usage des aciers inoxydables à des fins architecturales se répand de plus en plus : la décoration des locaux et la décoration publicitaire constituent un domaine des plus intéressants dans lequel les qualités inhérentes à l'acier inoxydable sont utilisées au maximum.

Sa résistance mécanique permet à l'acier inoxydable de jouer son rôle là où tout autre métal serait déficient; sa résistance à la corrosion qui dispense de tout entretien en font un matériau qui, réunissant force et aspect agréable, est des plus utiles à l'architecte-décorateur.

Sa souplesse d'emploi permet la réalisation d'ensembles élégants, nets et possédant parfois une réelle expression artistique.

Pour qu'une devanture de magasin remplisse

bien son important rôle publicitaire, il faut évidemment qu'elle soit attirante, qu'elle exprime ce qu'est le magasin, ce qu'on y vend. Il est indispensable pour cela qu'elle soit impeccablement propre, que son agencement de vitrine soit net et léger pour respecter la « transparence » et mettre en valeur la marchandise exposée, que son entrée soit « invitante » et présente des surfaces vitrées telles que l'acheteur ait la sensation d'être dans le magasin avant même d'y être entré.

Quel autre matériau que l'acier inoxydable peut satisfaire de tels desiderata ? L'encadrement de grandes glaces et la résistance aux charges peuvent lui être confiées sans crainte, il conservera de nombreuses années son aspect brillant et agréable et la facilité avec laquelle on le travaille permet toutes les fantaisies de l'architecte.

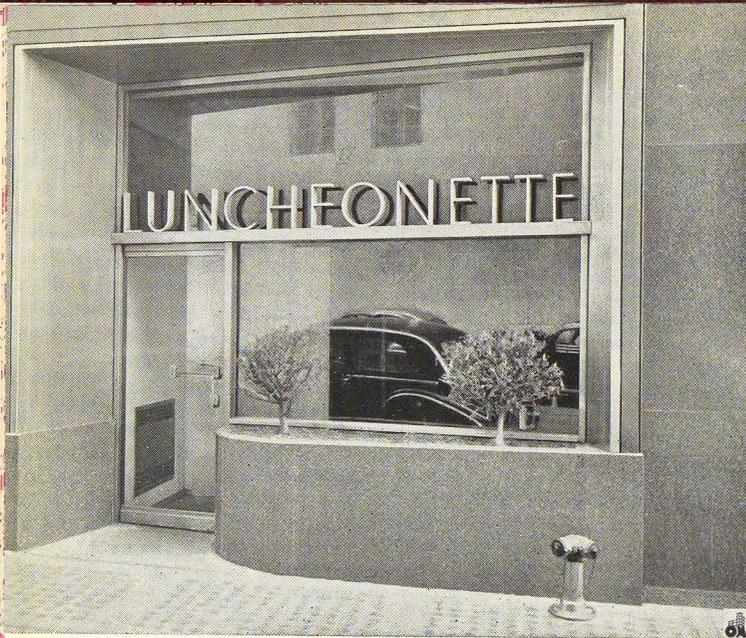


Fig. 2. Devanture d'un restaurant dont l'ébrasement guide le public vers la porte d'entrée.

Fig. 3. Entrée d'un immeuble commercial.

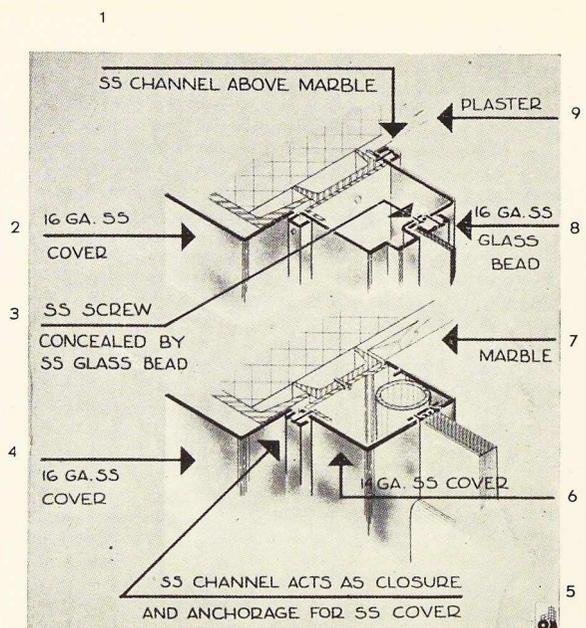


Fig. 4.

1. U en acier inoxydable sur marbre.
2. Tôle pliée.
3. Vis non apparente.
- 4 et 6. Revêtement en tôle.
5. U en acier inoxydable fixant les tôles.
7. Marbre.
8. Glace de vitrine.
9. Plâtre.

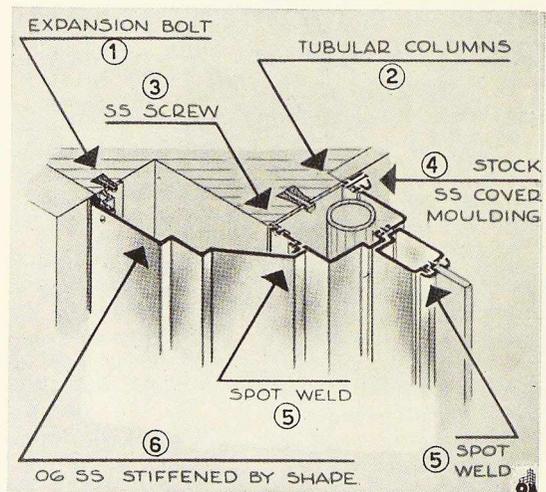


Fig. 5.

1. Boulon de dilatation.
2. Colonnes tubulaires.
3. Vis.
4. Revêtement moulé.
5. Soudure par points.
6. Tôle raidie par sa forme.

Habillage des éléments portants.

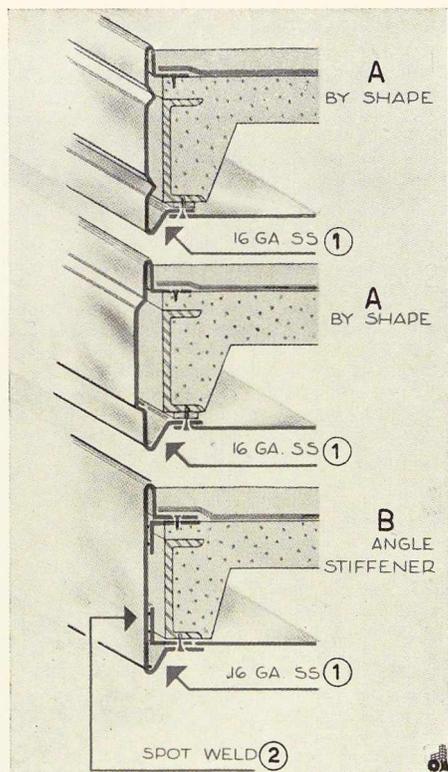


Fig. 8. Détail du revêtement de façade du bâtiment « Lever House » à New-York.

A. Tôle raidie par sa forme. — B. Cornière raidisseuse.
1. Acier inoxydable. — 2. Soudure par points.

La devanture que montre la figure 2 en est un exemple frappant. Cadre de vitrine ébrasé, grande surface vitrée, porte en retrait invitant à entrer, enseigne large indiquant clairement qu'il s'agit d'un restaurant d'allure modeste.

La teinte blanche, argentée, de l'acier inoxydable, qu'elle soit mate ou brillante, s'assortit fort bien au bois, au marbre ou à tout autre matériau (fig. 3).

Comme le montrent les figures 4 et 5, les profils pliés obtenus à partir de tôles en acier inoxydable, se prêtent parfaitement à l'habillage des éléments portants : la figure 6 indique comment sont habillées les colonnes de l'entrée de magasin représentée figure 7 : on peut remarquer que tous les éléments d'accrochage sont soigneusement dissimulés de manière à obtenir un revêtement parfaitement lisse.

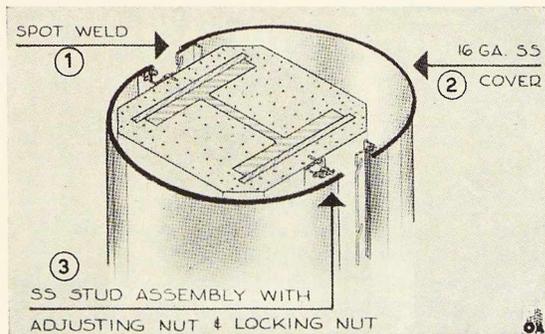


Fig. 6. Détail d'habillage des colonnes de la figure 7.

1. Soudure par points.
2. Tôle.
3. Assemblage.

Fig. 7. Colonnes revêtues de tôles en acier inoxydable à l'entrée d'un grand magasin américain.
Architectes : E. Roth & Sons.



Pour le *Lever House* (fig. 1) et le *Chrysler Building* à New-York aussi bien que pour le *Pennsylvania Building* (fig. 12) à Philadelphie, on eut largement recours à l'acier inoxydable pour toutes les menuiseries métalliques tant extérieures qu'intérieures : le dôme du *John Hancock Life Insurance Building*, à Boston, a été également exécuté en acier inoxydable.

La figure 8 montre comment les listels ou bandeaux de façade sont raidis et fixés au béton ou à l'ossature d'acier du bâtiment. Certaines fixations sont ici réalisées par soudure par point ou par vis, mais en général on ménage des attaches agrafées élastiques, des « clips » comme disent les Anglo-Saxons, afin de permettre une mise en place aisée, sans outils.

La rigidité des profils employés présente ici une grande importance, car tout manque de planéité dans la surface donnerait des réflexions lumineuses et des jeux d'optique qui peuvent être d'un effet désastreux. Les auvents doivent être particulièrement raidis, comme l'indique la figure 11, au moyen de plis, de nervures ou en disposant un profil raidisseur dans l'épaisseur même de l'auvent : d'autre part, des joints cou-

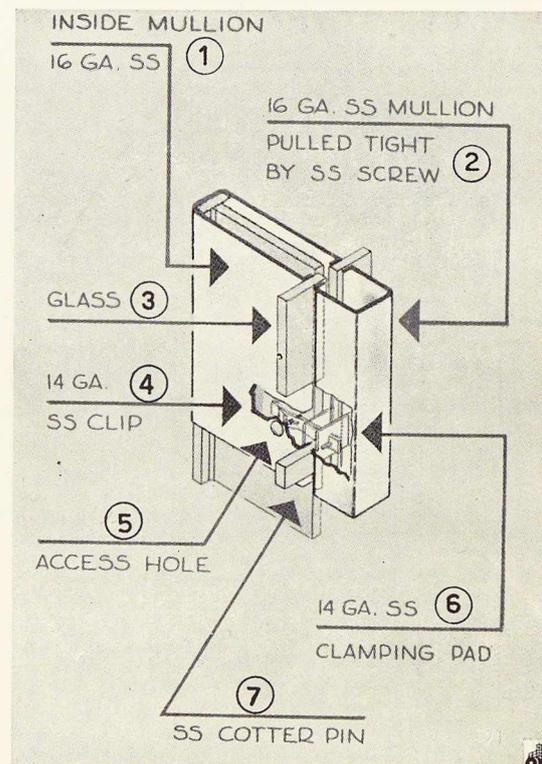


Fig. 9. Détail d'un meneau.

1. Meneau intérieur.
2. Meneau extérieur.
3. Verre pincé entre les deux meneaux.
4. Ressort de fixation.
5. Trou d'accès.
6. Fixation.
7. Broche.

lissants doivent être prévus pour que les dilata-tions thermiques ne provoquent jamais de gau-chissement des tôles de revêtement.

Dans la décoration intérieure des locaux, on peut signaler diverses applications où l'acier inoxydable s'est révélé être un matériau de choix; rampes d'escalier, cache-radiateurs, persiennes, appliques d'éclairage, lustrerie et ferronneries d'art telles que, par exemple, les belles portes grillagées réalisées pour les appartements de luxe du transatlantique « Normandie ». A ce sujet, il

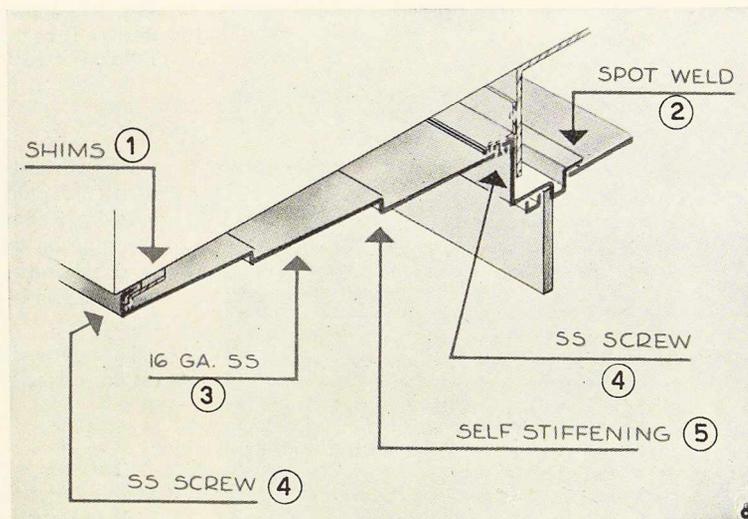
Fig. 10 (ci-contre). Tambour d'entrée d'un magasin.

Architectes : Harbeson, Hough, Livingstone et Larson.



Fig. 11. Auvent en acier inoxydable.

1. Acier inoxydable.
2. Soudures par points.
3. Tôle raidie par des plis.
4. Vis.
5. Pli raidisseur.



est à noter que l'acier inoxydable a une part importante dans la renaissance de l'art de la ferronnerie à laquelle nous assistons depuis quelques années.

Il existe de multiples nuances d'acier inoxydable susceptibles d'être employées par l'architecte.

Pour les travaux extérieurs, il faut citer tout d'abord l'acier dit « 18/8 » qui contient 18 % de chrome et 8 % de nickel. C'est le plus courant, il se travaille facilement et sa résistance à la corrosion est excellente.

C'est un acier austénitique, donc peu dur et malléable : c'est celui dont se sert l'industrie de l'emboutissage pour confectionner des casseroles ou certaines pièces pour l'industrie chimique ou alimentaire.

Les premiers aciers inoxydables mis sur le marché, il y a quelque vingt-cinq ans, étaient des aciers au chrome uniquement, sans nickel. Ils avaient donné d'excellents résultats de résistance à la corrosion atmosphérique, mais on leur préféra cependant les aciers Cr-Ni dont la résistance aux acides est supérieure.

Il y a quelques années, à l'époque où le nickel était rare aux Etats-Unis, les Américains ont repris l'acier inoxydable au chrome, sans nickel, dit acier 430 qui avait été mis au point dans les usines de la *Republic Steel Corp.* (1).

Fig. 12. Entrée du « Pennsylvania Building » à Philadelphie.

Architectes : Howell, Lewis et Shay.

La rançon du manque de nickel est qu'il faut de temps à autre lui accorder un certain entretien.

(1) Représentée en Belgique par la S. A. Sidérur.



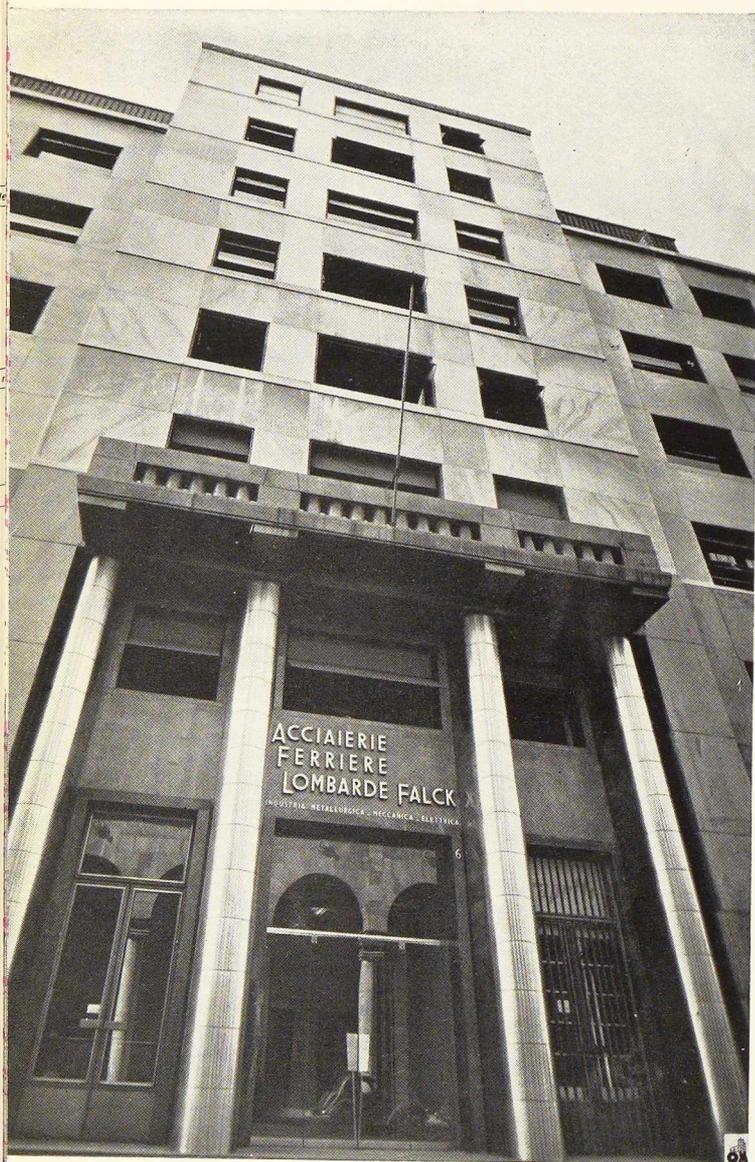


Fig. 13. L'imposante façade aux colonnes en acier inoxydable des Acciéries « Lombarde Falck » à Milan, Italie.

Photo Fortunati.

Une variante de cet acier, le 430 T, est spécialement adaptée au soudage par l'addition d'un peu de titane : malheureusement la présence du Ti empêche de donner au 430 T le beau poli que peut atteindre l'acier 430 et ce dernier reste souvent préféré quand il s'agit d'ornementation intérieure.

La composition chimique de ces deux aciers est la suivante (en %) :

	Type 430	Type 430 T
C	0,12 max.	0,10 max.
Mn	1,00 max.	1,00 max.
Si	1,00 max.	1,00 max.
Cr	14-18	16-18
Ti	—	0,30-0,70

Enfin, pour les constructions exposées à l'air marin, à la côte ou à bord des navires, il existe un acier dit « type 316 » qui contient en outre 2 % environ de molybdène et qui présente une résistance à la corrosion encore meilleure : il est également très usité pour les appareils délicats de l'industrie textile.

Tous ces aciers sont produits couramment sous toutes les formes habituelles : profilés, barres, tubes, tôles ou bandes, aussi bien dans l'U. E. B.-L. qu'en France, en Italie, en Allemagne et en Angleterre : la Suède s'en est fait une spécialité.

Ils se trouvent dans le commerce courant sous diverses dénominations (Nicromino, HV, Enduro, 18-8-S, etc.) selon l'usine dont ils proviennent.

Les possibilités de ce beau matériau encore trop peu exploité chez nous, ne manqueront certainement pas de séduire les architectes et les décorateurs comme, pour d'autres raisons, elles ont séduit les industriels des secteurs chimique, automobile, ferroviaire et naval.

Les photographies des figures 1, 2, 3, 7, 10 et 12 nous ont été aimablement communiquées par le *Committee of Stainless Steel producers* de l'A. I. S. I.

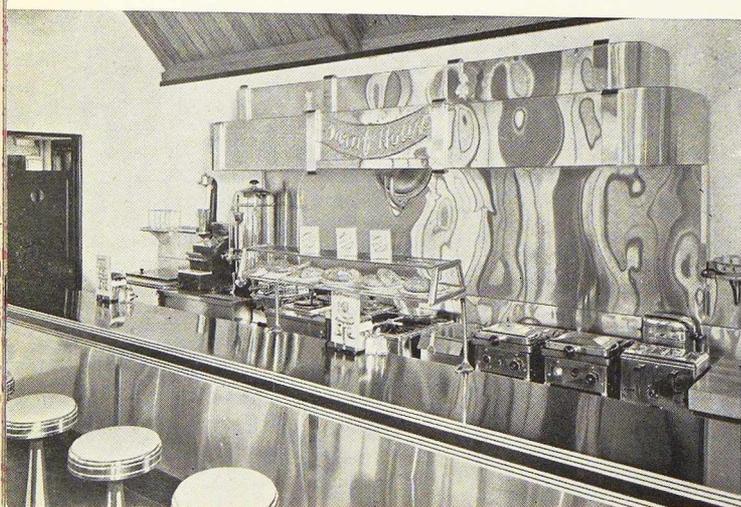


Fig. 14. Agencement d'un bar. Installation réalisée au moyen d'aciers inoxydables de la « Republic Steel Corporation ».

Photo Bass.

J. Reniers,
Ingénieur commercial
au Service Exploitation
de la S. A. des Gaz Industriels
« Sogaz »

Le radiateur en acier

I. INTRODUCTION

Dans un article paru dans la revue de l'Institut Belge de Normalisation, et traitant des constructions soudées, le professeur Baes disait entre autres :

« Dans la compétition entre tous les modes de construire, l'avenir de la construction métallique en acier semble bien en grande partie axé sur les possibilités considérables que lui offrent l'art et la science du soudeur.

» Le développement pris par les constructions soudées, depuis trente ans, est considérable; il s'est étendu, petit à petit, des réalisations de pièces ou appareils peu sollicités à des ensembles constructifs fortement sollicités : charpentes, ponts, pièces mécaniques diverses, appareils à pression.

» On sait que les constructeurs belges ont apporté une très large contribution au développement des constructions soudées.

» Mais ce mode de construire a rapidement révélé des difficultés importantes dont beaucoup résidaient en ce qu'il fallait s'affranchir de la technique des constructions rivées ou coulées et élaborer une technique nouvelle, commandée par de toutes autres données. Ces transpositions de techniques anciennes vers une technique relativement nouvelle ne sont jamais aisées. »

Ceci peut résumer en fait toute l'histoire de la fabrication du radiateur en acier. La matière première idéale qu'est la tôle fine et l'outil perfectionné qu'est la soudure oxy-acétylénique ou électrique, n'ont pas suffi pour rendre le radiateur en acier directement compétitif là où le radiateur en fonte est exploité.

Il a fallu des années de recherches et d'études pour permettre la mise au point de machines mécanisant pratiquement toutes les opérations de soudage.

Cette transposition de nouvelles techniques de soudure a permis, au radiateur en acier, de concurrencer le radiateur en fonte tant au point de vue du prix, qu'au point de vue de la qualité.

La réussite du radiateur en acier, sur tous les marchés, est le fruit de la mise au point de ces techniques nouvelles, de la mécanisation continue de toutes les opérations, de l'amélioration des qualités des tôles. Son succès en est la plus belle récompense.

II. APERÇU TECHNIQUE SUR LA PRODUCTION DU RADIATEUR

A. LA TÔLE

La tôle fine servant de matière première pour la fabrication du radiateur en acier doit répondre à deux exigences impératives, à savoir :

1° *Permettre l'emboutissage profond* en vue de l'emboutissage de panneaux ou l'estampage de coquilles et de panneaux;

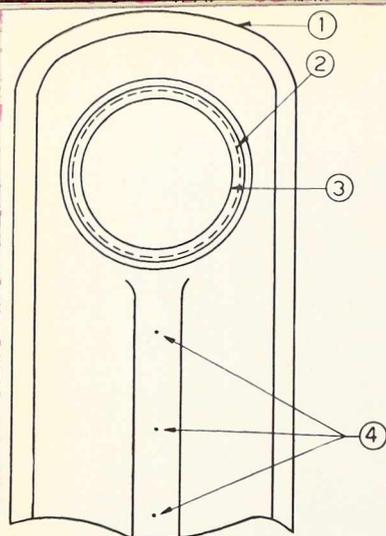
2° *Une haute soudabilité* favorisant les opérations ultérieures de soudage électrique ou oxy-acétylénique, c'est-à-dire que la tôle doit posséder des teneurs maxima limitatives en azote, phosphore et soufre.

Caractéristiques

— Indice d'emboutissage Eriksen = minimum 10,4;

— Essai de dureté Rockwell (avec bille 1/16" ϕ sous pression de 100 kg) = maximum 67.

Les tôles destinées à la fabrication du radiateur, sont en acier Siemens-Martin ou en acier doux Thomas amélioré par soufflage à l'oxygène.



← Fig. 1 (à gauche). Section d'un radiateur à deux colonnes.

1. Soudure périphérique par pourtour. — 2. Soudure d'un nipple. — 3. Soudure d'assemblage. — 4. Soudure par points.

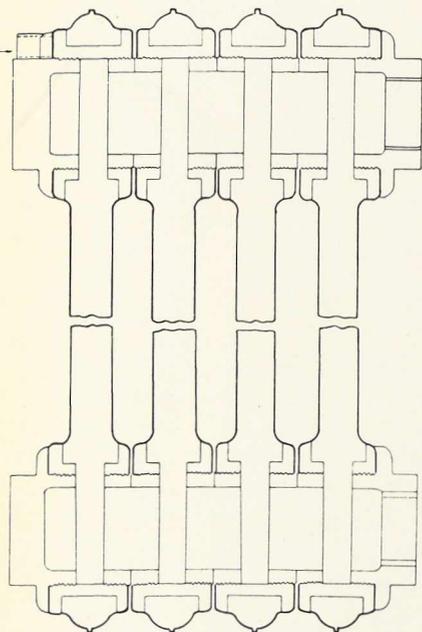


Fig. 3. Radiateur « Sidès ». 1. Purgeur.

En Belgique, la tôle est généralement commandée en épaisseur de 1,38 mm. Les fabricants se sont alignés dès à présent aux desiderata des projets des cahiers des charges publics exigeant les points suivants :

- Epaisseur minimum : 1,38 mm; pas de tolérances en moins;
- Analyse chimique de l'acier avec teneurs maxima en azote de 0,009 %, en phosphore de 0,045 % et en soufre de 0,035 %.

En Suède, on utilise depuis environ vingt ans, une tôle nommée « tôle de radiateurs » spécialement mise au point pour la fabrication de radiateurs, provenant en majeure partie de

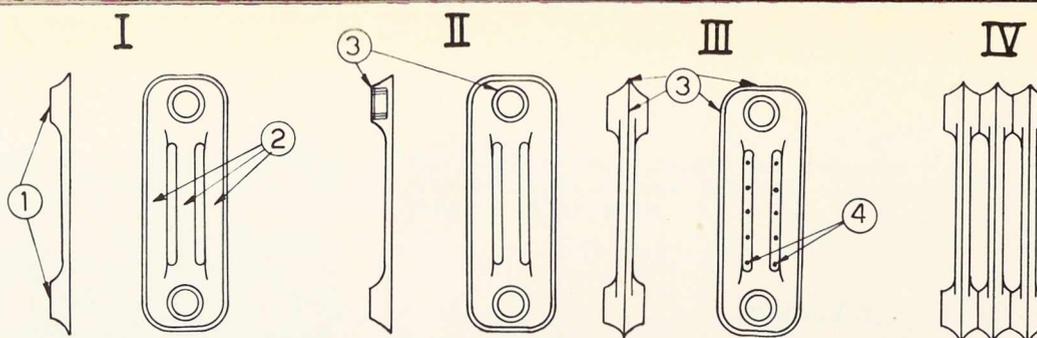


Fig. 2 (ci-dessus). Schéma des opérations. Type à trois colonnes. ↑

1. Trous de raccordement. — 2. Colonne d'eau. — 3. Soudure. — 4. Soudure par points.

« Dommarfvets Jernverk ». Elle répond aux spécifications suivantes :

C = 0,04 — 0,06 %;
Mn = 0,3 — 0,4 %;
P = 0,04 — 0,07 %;
S = 0,024 %.

Quoique en Suède il n'y ait pas encore de standardisation officielle des épaisseurs des tôles, on tend néanmoins vers une utilisation générale de tôles ayant 1,4 mm (tolérances en plus admises — pas de tolérances en moins).

Au Danemark, en Allemagne, en Autriche et en Hollande l'épaisseur des tôles est standardisée à 1,25 mm.

On peut donc en conclure que l'épaisseur de la tôle communément utilisée varie de 1,25 mm minimum à 1,5 mm maximum.

*
**

Le tout dernier progrès réalisé en matière de tôles consiste dans l'emploi de tôle laminée à froid, fournie en coils ou en rouleaux dont le poids varie de 2 à 5 tonnes.

Il est vrai que, dans ce cas, le fabricant est obligé d'équiper ses presses d'une dérouleuse de coils, débobinant la tôle avant de l'introduire dans la presse. Il en retire, par contre, des avantages importants, à savoir :

— Un prix inférieur pour la tôle, le fournisseur ne devant plus les cisailer;

— La presse peut estamper à un rythme continu, c'est-à-dire plus d'interruptions pour introduire tôle après tôle.

B. LE RADIATEUR À ÉLÉMENTS OU À SECTIONS

Schématiquement, on peut décomposer la chaîne de fabrication du radiateur à éléments en plusieurs stades :

1. Estampage ou transformation de la tôle en coquilles;

2. Fixation d'un nipple dans la coquille terminale.

3. Soudure des coquilles l'une à l'autre pour former des sections.

4. Renforcement des sections par des soudures par points entre les colonnes d'eau.

5. Assemblage des sections les unes aux autres pour former le radiateur.

6. Epreuve et vérification.

7. Peinture.

Avant d'examiner ces différents stades de fabrication dans le détail, il y a lieu de noter qu'il y a deux modes de fabrication : le premier par soudure oxy-acétylénique, le second par soudure électrique.

Mais si les modes de soudage diffèrent, le schéma de fabrication reste identique.

1. Estampage

L'estampage est peut-être l'opération la plus importante dans la fabrication des radiateurs. En effet, il est le premier maillon de la chaîne et doit donc se faire de manière constante et sans arrêt. De plus, le produit — la coquille — doit être d'une précision extrême (au 1/100 mm) afin que toutes les machines de soudage ultérieures puissent travailler sans accrocs.

Le point de départ est la tôle fine de 1,5 mm, 1,4 mm ou 1,25 mm, fournie en largeurs bien déterminées (la largeur de la tôle sera, en effet, la hauteur de la coquille et donc, du radiateur), en longueurs variables (2,5 m à 3 m) ou en bobines (coils).

Après l'estampage on obtient donc la coquille (c'est-à-dire la moitié d'un élément de radiateur) ayant comme caractéristiques :

- L'estampage dans la coquille de deux trous de canalisation permettant ultérieurement l'assemblage d'une section à l'autre;
- L'estampage d'un rebord plat permettant la soudure périphérique de la section ou « soudure pourtours »;
- L'estampage d'un profil qui formera dans la section les colonnes d'eau et les parties planes pour le renforcement des sections par une soudure par points (fig. 2).

Ces différentes caractéristiques de la coquille étaient obtenues, il y a vingt-cinq ans, au moyen de cinq presses différentes, estampant progressivement la coquille pour lui imprimer sa forme définitive. Ceci avait comme résultat que le prix de revient de la coquille était assez élevé. Le groupe « AGA » en Suède mit alors au point avec une firme suédoise (Arbogast), une presse

de 250 t à double effet travaillant au rythme de cinquante coups à la minute et faisant en une fois toutes ces opérations.

Ces presses sont répandues dans toute l'Europe où l'on fabrique des radiateurs « AGA » et elles fonctionnent sans arrêt depuis environ dix-huit ans.

Vu la précision exigée de la coquille, il est utile d'annexer à une chaîne de fabrication de radiateurs, un atelier d'entretien des matrices.

2. Fixation du nipple

Pour que l'installateur de chauffage central puisse raccorder le radiateur à la canalisation, il faut prévoir les raccords nécessaires. A cette fin, on fixe dans les coquilles terminales des nipples taraudés ou manchons, soudés à la section terminale et permettant d'y visser le raccord de la canalisation.

Les modes de fixation du nipple dans la coquille terminale sont multiples, tant par soudage électrique que par soudage oxy-acétylénique. Ici aussi, la mécanisation a été poussée le plus loin possible car l'incidence du prix du nipple sur le prix de revient est d'autant plus importante que le radiateur est plus petit.

A l'électricité on a mis au point des machines soudant simultanément plusieurs nipples à la fois, tandis que par soudage oxy-acétylénique, on a construit une machine ayant deux becs tournant à une vitesse linéaire constante et épousant le contour du nipple.

Le nipple est, en général, fabriqué dans un atelier de décolletage annexe ou bien acheté à l'extérieur.

3. Soudure périphérique ou pourtours des coquilles

La soudure périphérique des coquilles est une opération très délicate : elle consiste à souder deux coquilles l'une à l'autre, sur leurs contours. On l'appelle également « soudure pourtours ».

Ici également, il y a deux méthodes de soudure :

- Oxy-acétylénique;
- Electrique.

La « soudeuse pourtours » électrique est une machine qui possède une table porte-sections mobile et deux galets.

Les deux coquilles pointées au préalable, sont fixées sur la table, grâce à deux poignées, traversant les trous de canalisation. La table est pourvue d'une crémaillère faisant progresser et tourner la coquille de telle façon que les galets fixes épousent continuellement le contour de la

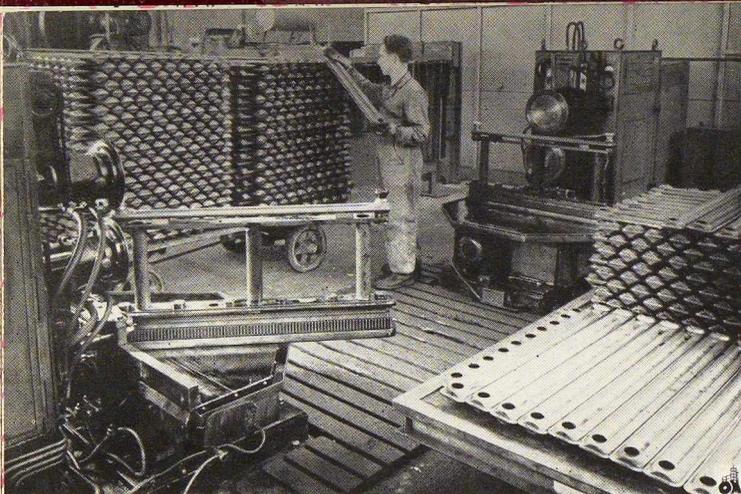


Fig. 5. « Soudure pourtours » électrique.

Photo Renes.

becs suivant une vitesse variable qui est commandée par un groupe Léonard. L'inclinaison des becs est commandée par un calibre.

4. Soudure par points

Le radiateur placé dans un bâtiment à nombreux étages est appelé à supporter une pression de plusieurs kg/cm^2 . En vue d'éviter un gonflement ou une dilatation de la section, on la renforce par une soudure par points entre les colonnes d'eau. En règle générale, on place un point de soudure tous les 5 cm. Il existe de nombreuses machines à souder par points. Dans le cas où la soudure pourtours est électrique, on pointe la section au préalable; de ce fait, il faut insérer les deux coquilles dans un calibre et les pointer ensuite.

Lorsque la coquille est soudée périphériquement, à la flamme oxy-acétylénique, on peut faire progresser librement la section entre les points sans calibre.

Il semble que le dernier procédé soit le plus rationnel.

Le progrès réalisé dans la construction de machines à souder par points est considérable.

Si, au début, on n'avait qu'une machine soudant un point à la fois, la machine à deux et à trois électrodes réalisant simultanément deux ou trois soudures est considérée actuellement comme courante.

Inutile d'insister sur l'économie de main-d'œuvre réalisée en comparant une machine à une électrode à une machine à multipoints.

5. Assemblage des sections

L'assemblage des sections les unes aux autres pour former un radiateur se fait grâce au soudage des bords des deux trous de canalisation d'une section à la suivante. Cette soudure est très difficile à réaliser et on l'obtenait, auparavant, par une soudure extérieure, ce qui était fort peu esthétique. On a résolu ce problème délicat de deux façons très élégantes :

a) Par une soudure électrique par résistance

Les deux premières sections sont introduites et soudées par résistance sur la périphérie des

section. Les soudeuses pourtours électriques sont généralement placées les unes vis-à-vis des autres, de telle sorte qu'un seul ouvrier peut desservir aisément deux machines en même temps. Pendant qu'une machine soude, il peut démarrer la deuxième. Comme ces machines ne nécessitent pratiquement pas de surveillance durant le soudage, l'ouvrier peut, en supplément, stocker les sections sur un chariot ou sur un container.

La soudeuse pourtours oxy-acétylénique est de conception un peu plus compliquée mais a le grand avantage de souder simultanément quinze sections, c'est-à-dire, trente coquilles. Comme le temps de soudage est pratiquement équivalent, l'économie par rapport à la soudure électrique est considérable et on ne peut mettre assez l'accent sur le progrès et l'économie réalisés grâce à cette machine, lorsqu'on considère qu'au début toutes les soudures étaient faites à la main.

Voici schématiquement le fonctionnement de la soudeuse pourtours. On introduit un chariot avec trente coquilles dans deux glissières qui entrent dans les trous de canalisation des coquilles. On écarte le chariot et on serre les coquilles, grâce à deux excentriques (chaque groupe de deux coquilles est séparé par des intercalaires). La soudeuse possède quinze becs alimentés par des conduites d'oxygène et d'acétylène. Ce sont les deux glissières avec les coquilles qui progressent et tournent devant les

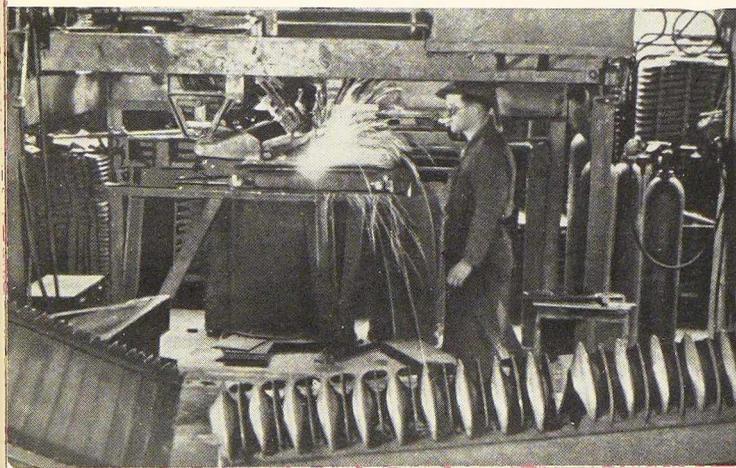


Fig. 6. « Soudure pourtours » oxy-acétylénique.

Fig. 7. Soudure électrique par points (avec calibre).

deux trous de canalisation, la troisième est introduite et soudée à la deuxième et le radiateur progresse ainsi au fur et à mesure, selon la longueur désirée.

b) Par soudage oxy-acétylénique

Deux becs rotatifs sont introduits dans les trous de canalisation et font un tour complet; ils sont alors automatiquement déclenchés.

Un homme peut desservir deux machines en même temps. Le radiateur, au fur et à mesure de sa constitution, descend.

Cette soudure est donc oxy-acétylénique, combinée avec un apport d'air comprimé. Cet apport d'air comprimé est nécessaire pour chasser les gaz de combustion de l'intérieur de la canalisation.

Un autre procédé pour assembler deux sections l'une à l'autre, est la fixation par un nipple se vissant dans le trou de canalisation. Ce procédé, à première vue, doit être plus onéreux quoi qu'il présente pour l'installateur, une facilité : il peut dans le bâtiment même, supprimer ou ajouter une ou plusieurs sections à condition d'avoir sections et nipples sous la main.

6. Epreuve

Chaque radiateur est vérifié à une pression supérieure à la pression qu'il est normalement appelé à subir en service. La pression d'épreuve varie de 6 à 7 kg/cm². Pour certains cas spéciaux, on renforce la section par un nombre plus grand de points de soudure; les pressions de service et d'épreuve sont donc plus élevées.

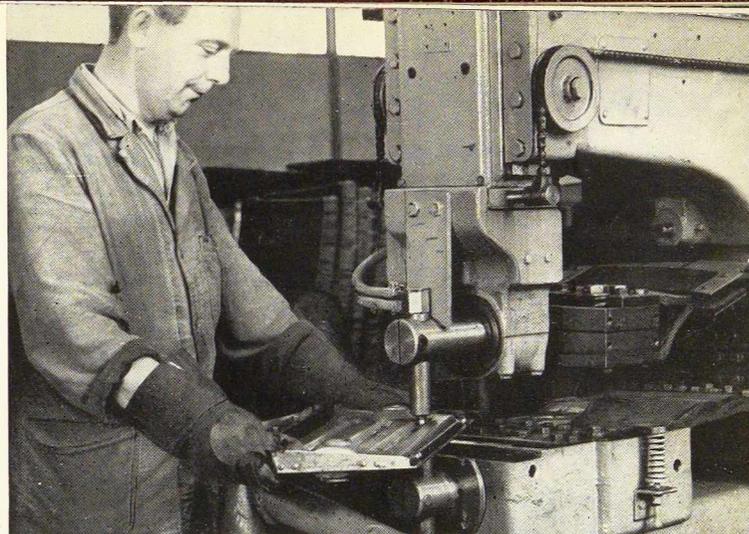
Pour éprouver le radiateur, on dispose en général, d'un bac rempli d'eau : on y plonge le radiateur et on l'accouple ensuite à une canalisation d'air comprimé. Les fuites éventuelles sont repérées immédiatement et réparées au chalumeau.

7. Peinture

La peinture, dernière opération avant l'emmagasinage, n'est pas de règle chez tous les fabricants. En Suède, par exemple, on ne peint généralement pas les radiateurs.

Toutefois, la plupart des usines limitent la peinture à une couche de protection en laissant

Fig. 8. Soudure électrique par points (sans calibre).



à l'acheteur le soin de peindre le radiateur dans une teinte s'harmonisant le mieux avec le cadre où il sera installé.

Il y a deux modes de peinture :

- 1° Au pistolet;
- 2° Par trempage.

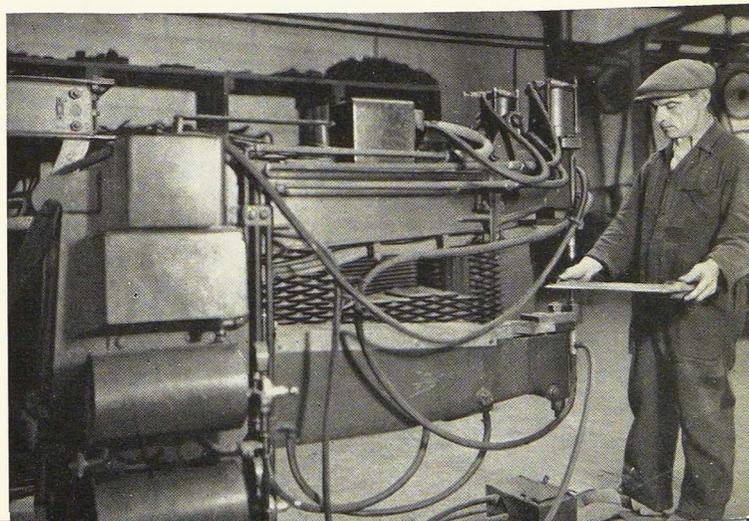
Pour la peinture au pistolet, on prévoit un rail avec chariots porte-radiateurs. Ce rail passe par la cabine de peinture pour passer ensuite au magasin.

Pour la peinture par trempage, on prévoit, en supplément, un palan électrique prenant le radiateur du chariot pour le plonger dans le bain. Ensuite le rail passe au-dessus d'un bac d'égouttage avant d'entrer au magasin.

*
**

L'organisation d'un atelier de fabrication de radiateurs en acier peut être réalisée de manière très rationnelle.

La production du radiateur est un travail à la chaîne. Toutefois, cette chaîne est divisée en deux parties : la première partie comporte la fabrication du stock de sections terminées (comprend les opérations d'estampage, la fixation du



nipple, la soudure pourtours et le pointage), et la deuxième partie où la commande déclenche les opérations suivantes, à savoir : l'assemblage, l'épreuve, la peinture et l'emmagasinage avant l'expédition.

La scission de la chaîne en deux parties est tout à fait logique et même nécessaire. En effet, il est impossible de constituer un stock de radiateurs finis parce que le radiateur est demandé par la clientèle en un type déterminé et avec un nombre de sections variables, c'est-à-dire en longueurs variables. Ce stock devrait être trop considérable et constituerait une immobilisation énorme, un accroissement de frais et des magasins trop vastes.

Le cas inverse est également impossible. On peut difficilement imaginer une commande de radiateurs en un type déterminé provoquer toutes les opérations à partir de l'estampage.

C'est pourquoi la première partie de la chaîne travaille pour le stock. Comme chaque fabricant limite son choix de types de sections à un nombre entre 15 et 20, les presses et les soudeuses pourtours peuvent travailler au même type pendant plusieurs jours ou semaines, ce qui procure un gain de temps immense, car il faut compter plusieurs heures pour régler une machine pour l'un ou l'autre type.

En outre, au fur et à mesure de l'augmentation de la production et du nombre de machines, les pertes de temps pour le réglage diminuent, car certaines machines restent affectées à un seul type. On peut tendre ainsi vers l'organisation parfaite où il n'y a plus d'arrêt de machines si ce n'est pour l'entretien ou la révision.

La commande n'agira donc sur la fabrication qu'à partir de l'assemblage. Il suffira dès lors de prélever au magasin intermédiaire ou stock, pour chaque commande, les sections nécessaires. Les délais de fabrication seront donc minimes. Ici également, si la production le permet, le nombre d'assembleuses peut être augmenté afin de réduire au minimum le réglage des machines.

Le problème de la manutention a été splendide-

dement résolu dans certains ateliers de fabrication de radiateurs.

A l'entrée, la tôle est déchargée par monorail et stockée. Le même monorail alimente les tables de presse : d'où manutention aisée. A partir de la coquille, le produit mi-achevé est mis en containers, sur palettes ou chariots. Il se déplace ainsi d'une machine à l'autre pour aboutir au stock des sections. La solution la plus élégante consiste dans les containers déplacés par des auto-levateurs électriques ou à essence.

A partir de l'assembleuse, un rail avec chariots porte-radiateurs dessert la peinture pour passer au magasin où le radiateur est déposé sur palettes. Au moment de la fourniture, le même autoleveur prend la palette pour la déposer sur camions ou wagons.

Dans un atelier moderne, la main-d'œuvre pour la manutention est minime par rapport à celle de la production : environ 10 %.

C. Le RADIATEUR À PANNEAUX

Plusieurs méthodes de fabrication de radiateurs à panneaux ont été mises au point.

Leur fabrication étant moins compliquée tant au point de vue de la mécanisation qu'au point de vue de la réalisation, on pourrait concevoir une multitude de chaînes de fabrication.

Pour limiter l'étendue de ce bref aperçu, on se bornera à un type de fabrication, la plus répandue, en examinant à chaque stade, les méthodes les plus courantes.

En examinant le panneau de la figure 12, nous pouvons décomposer la chaîne de fabrication en considérant les opérations suivantes :

1. Estampage ou emboutissage d'une coquille.
2. Soudure périphérique de deux coquilles.
3. Soudure par points entre les colonnes d'eau.
4. Assemblage de panneaux pour faire des radiateurs à panneaux doubles, triples ou multiples.
5. Peinture.

1. Estampage ou emboutissage

Il y a, dans la fabrication du panneau, deux grandes tendances :

— La première est l'emboutissage du panneau en types bien déterminés au point de vue des longueurs et des largeurs. Dans ce cas, le fabri-

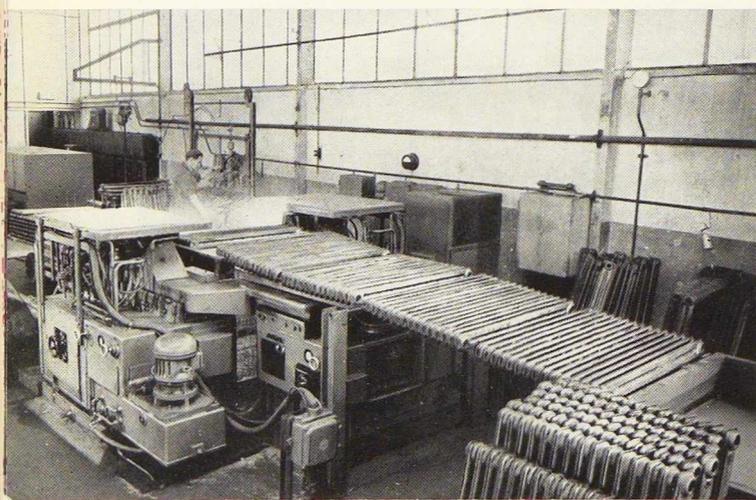


Fig. 9. Assemblage électrique des radiateurs à sections.

cant ne peut mettre à la disposition de sa clientèle qu'un certain nombre de types, généralement une centaine. L'emboutissage est obtenu par une presse à emboutir qui donne à la tôle en un seul coup son profil définitif.

— La deuxième tendance est l'estampage progressif d'une tôle de longueur courante (2,50 m à 3 m) en une coquille de panneau. Ces coquilles ayant toujours la même longueur (la longueur de la tôle) peuvent être ultérieurement cisailées pour obtenir des panneaux en longueurs désirées. L'estampage de panneaux peut se réaliser avec la même presse que celle pour la fabrication de radiateurs à éléments.

La première méthode a l'avantage de fournir un radiateur réussi au point de vue de l'esthétique étant donné que l'on peut réaliser aisément des arrondis, etc. La deuxième méthode a l'avantage de pouvoir offrir des panneaux de toutes longueurs désirées.

2. Soudure périphérique du panneau

La soudure périphérique peut également se réaliser de deux façons. La première par soudure électrique au galet. Alors la machine sera assez semblable à celle pour la fabrication de radiateurs à sections, sauf en ce qui concerne la table qui variera. La deuxième par soudure oxy-acétylénique.

On a conçu, à cet effet, un chariot porte-becs se déplaçant sur un rail. On soudera d'abord les côtés horizontaux, ensuite les verticaux.

3. La soudure par points

Se fera de façon identique au radiateur à éléments.

4. L'assemblage et finissage du radiateur

Le finissage consistera dans le placement des raccords pour la canalisation aux deux extrémités. Pour le réaliser on soude soit directement le nipple au radiateur en déformant légèrement l'extrémité, soit une pièce intermédiaire portenipples épousant le plus harmonieusement possible la forme du radiateur. Cette dernière solution est la plus esthétique.

Pour assembler un radiateur à plusieurs panneaux, il suffit de découper deux coins dans chaque panneau et d'y souder une pièce intermédiaire avec un raccord pour la canalisation.

Fig. 10. Assemblage oxy-acétylénique de sections.

(Voir figure 12, extrémité gauche supérieure ou droite inférieure.)

Pour augmenter la rigidité du radiateur à plusieurs panneaux, on soude, environ tous les 35 cm, une plaquette maintenant les panneaux toujours à égale distance entre eux.

Un autre procédé pour assembler deux panneaux est réalisé par le nipple intermédiaire suivant figure 14 (radiateur DEF).

Avant d'être peint, le radiateur subit également l'épreuve.

5. Peinture

La peinture du radiateur à panneaux ne peut se faire que par trempage comme décrit pour le radiateur à éléments.

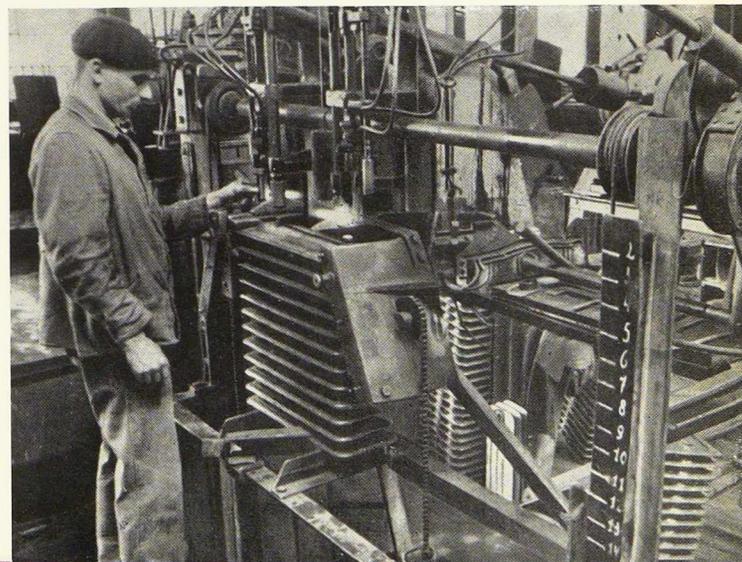
Pour avoir une vue générale de l'organisation d'un atelier de fabrication, il faut faire la distinction entre le radiateur fourni en types déterminés et le radiateur fourni en longueurs désirées.

a) Vue sur un atelier du premier type

Le fabricant limite généralement le nombre de types de panneaux à une centaine. Les presses, les soudeuses par points et pourtours travaillent pour un stock intermédiaire, la commande n'opérant directement qu'à partir de l'assemblage ou le finissage. En effet, ici comme à l'atelier du radiateur à éléments, un stock intermédiaire est obligatoire parce qu'on ne peut prévoir quel sera le type désiré par la clientèle : un, deux, trois panneaux, ou même plus.

Toutefois, comme il y a une centaine de types de panneaux, le magasin intermédiaire sera considérable; il est nécessaire de posséder un magasin bâti en hauteur, desservi par un monorail ou un pont roulant.

En outre, vu le nombre élevé de types, les machines devront fréquemment être réglées et il faudra donc interrompre la production pour changer l'outillage.



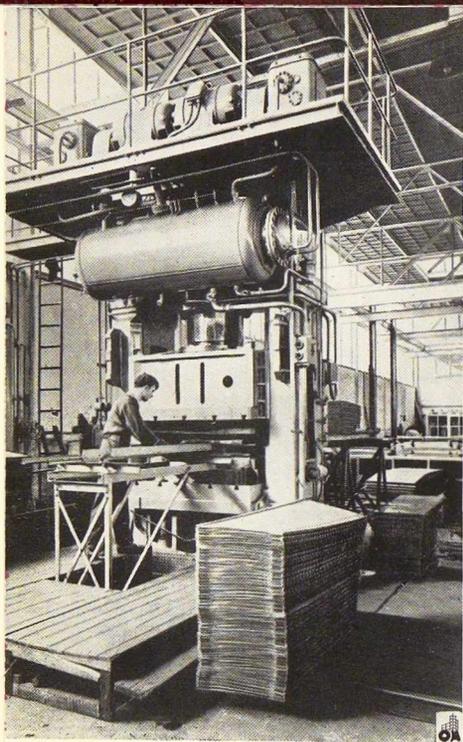


Fig. 11. Estampage des panneaux de radiateurs.

Photo Renes.

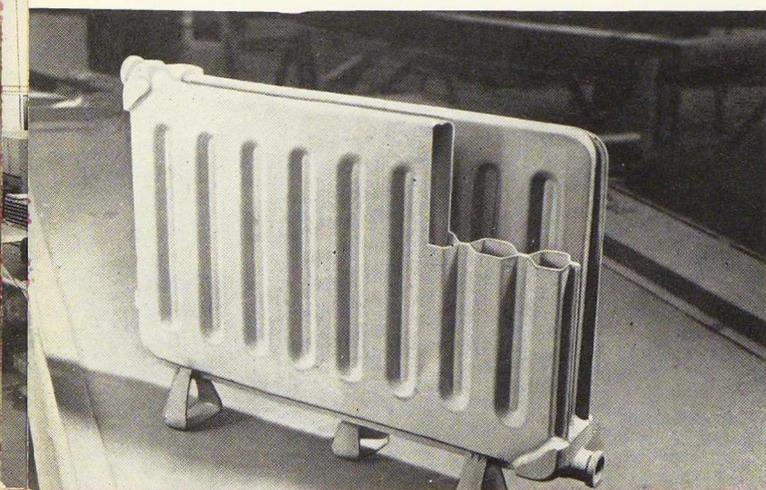
Après le stock intermédiaire, l'organisation est très simple. Il suffit, d'après les commandes, de prélever le nombre de panneaux adéquats, de les assembler, de les éprouver, de les peindre et de les déposer au magasin avant expédition. Pour résoudre rationnellement ces opérations, il suffit d'un rail portechariot favorisant l'opération à la chaîne.

b) Vue sur un atelier du deuxième type

La gamme de fabrication de panneaux comporte cinq ou six types de différentes hauteurs — la longueur restant standard et égale à la longueur de la tôle.

Ici également, la fabrication est divisée en deux stades. D'abord la fabrication pour le stock, ensuite exécution d'après commande.

Le premier stade est fort simple au point de vue de l'organisation : la tôle est d'abord estampée ou emboutie. Elle est alors soudée uniquement sur les deux côtés horizontaux et ensuite pointée. Le panneau mi-achevé est ensuite stocké sur palettes ou sur chariots mobiles. Ce stade constitue un travail à la chaîne, sans interruption, les opérations se suivant logiquement. Il suffit de prévoir un nombre suffisant de machines à souder pour absorber complètement la production de la presse. Comme il n'y a que cinq ou six types, la fabrication connaît un mini-



mum d'arrêt pour changement de type et le stock intermédiaire est peu important.

Toutefois, le deuxième stade est très difficile à résoudre rationnellement.

La commande agit à partir de la cisaille, qui découpe le panneau en longueurs désirées. Si le panneau demandé est plus long que la longueur de la tôle standard, on découpe deux morceaux de panneau pour les assembler ultérieurement. Ensuite on soude les côtés verticaux avant de passer à l'assemblage, l'épreuve et la peinture. Le problème de la manutention est difficile à résoudre et la meilleure solution semble être le chariot mobile. La mécanisation n'y est pratiquement pas possible.

III. LES FORMES COMMERCIALES DU RADIATEUR EN ACIER

Les types les plus courants de radiateurs en acier sont, par ordre :

- Le radiateur à sections;
- Le radiateur à panneaux;
- Les autres formes dérivées du radiateur à sections tels les radiateurs à chenille, etc.

Avant 1940, le radiateur à panneaux connut une extension rapide et un succès très considérable. Son aspect nouveau était très réussi et l'évolution de l'architecture vers des fenêtres très larges, incitait à croire que le panneau connaîtrait une extension considérable.

Dans les pays scandinaves, en Hollande (70 % de radiateurs à panneaux) et en Belgique, la fabrication prenait des proportions importantes. Toutefois, à partir de 1940, le radiateur à sections reconquit le marché au détriment des radiateurs à panneaux, pour les motifs suivants :

1° On place le radiateur de préférence sous la fenêtre pour obtenir « un rideau d'air chaud » s'opposant à l'air froid. On installe donc, en général, un radiateur de la même longueur que celle de la fenêtre ce qui a comme autre facilité, pour l'installateur, de disposer d'une niche toute faite.

En prenant, par exemple, un local à dimensions moyennes avec une fenêtre de 2,20 m à 2,50 m de largeur, nécessitant une surface de chauffe de 10 m² et en y installant un radiateur à sections du type moyen, quatre colonnes, hauteur 530 mm, il suffit de placer un radiateur de quarante-sept sections ayant une longueur

Fig. 12. Modèle de radiateur à deux panneaux.

Fig. 13. Radiateur à sections occupant exactement la largeur de la fenêtre.

totale de 2,07 m et une surface de chauffe de 10,30 m².

Pour installer un radiateur à panneaux du même type (590 mm de hauteur et 2,10 m de longueur), l'installateur serait obligé de prendre un radiateur à quadruple panneau pour obtenir plus de 10 m² de surface de chauffe.

Or, il est prouvé que le radiateur à panneaux multiples, surtout à partir de trois panneaux, a un mauvais rendement au point de vue de l'émission de chaleur et que le nettoyage entre panneaux se révèle pratiquement impossible.

Cet exemple prouve que le radiateur à panneaux ne s'applique pas aux grands bâtiments à fenêtres standard comme : écoles, bureaux, bâtiments publics, etc.

Pour que le panneau trouve un débouché, il faut une architecture créant des places longues et étroites avec de larges fenêtres ou encore de larges murs prévus spécialement pour y installer des radiateurs à panneaux;

2° Dans la plupart des pays, le radiateur à panneaux est vendu plus cher que le radiateur à sections parce que le prix de revient du premier est plus élevé à cause du prix de la main-d'œuvre pour le finissage et l'assemblage.

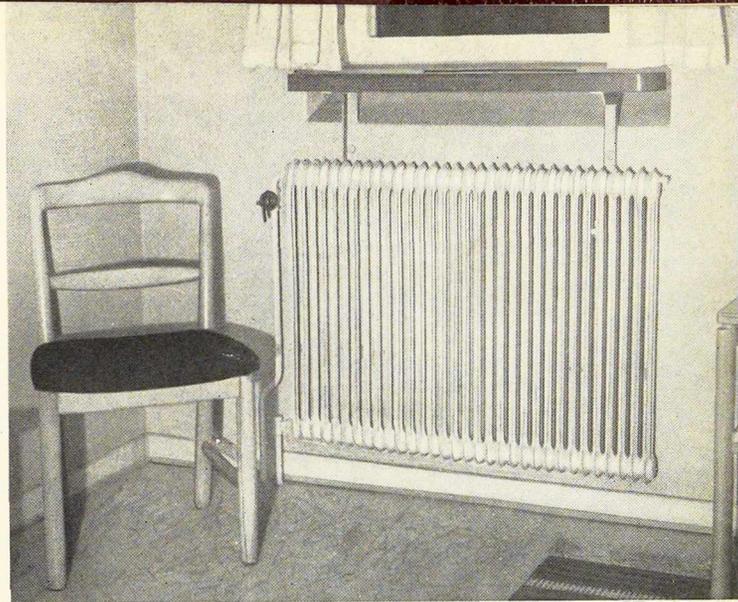
A l'heure actuelle, sauf en Hollande, où la fabrication du panneau n'est inférieure que de 30 à 40 % à la fabrication de radiateurs à éléments, le panneau ne représente plus qu'environ 10 à 15 % de la production totale de radiateurs en acier dans la plupart des pays.

*
**

La forme du radiateur à sections a également évolué. A l'origine, on s'inspirait du radiateur en fonte, dans son aspect, c'est-à-dire, lourd et trapu le nombre de colonnes étant de 4 à 6. Toutefois, les producteurs réalisèrent rapidement que le radiateur en acier avait

Fig. 14. Bureau équipé d'un radiateur à panneaux.

Photo L. Van Oudgaarden.



des possibilités esthétiques incomparables et mirent progressivement l'accent sur les avantages des radiateurs légers et étroits à deux et trois colonnes. En comparant le radiateur de la photo 12 au radiateur en fonte, on ne peut qu'approuver cette nouvelle tendance.

Cette photo a été prise dans une maisonnette très modeste nommée « smastuga », type standardisé, des faubourgs de Stockholm.

*
**

La fabrication de radiateurs d'autres types comme le radiateur « chenille » et « semi-chenille » est en régression.





Fig. 15. Radiateur à simple panneau.

D'origine scandinave, ces types sont d'un prix de revient fort élevé et les producteurs s'en désintéressent progressivement pour s'attacher surtout à l'amélioration du radiateur à éléments et à panneaux. Et si ce dernier garde toujours une partie de son importance sous forme de panneaux simples et doubles d'exécution fort esthétique, le radiateur à éléments, après une éclipse d'une dizaine d'années, garde sa position privilégiée sur le marché.

IV. LE RADIATEUR EN ACIER SUR QUELQUES MARCHÉS EUROPÉENS

La plus belle illustration du succès incontestable du radiateur en acier réside dans l'examen de l'historique, du développement, de la concurrence et de la situation actuelle dans quelques pays.

1. Les pays scandinaves

Si nous avons pris, pour débiter, l'exemple des pays scandinaves, c'est que ces pays, au standing social très élevé et où le chauffage central est introduit dans chaque home, subissent des hivers très rigoureux. Il est essentiel d'y résoudre au mieux le problème de chauffage. Si le radiateur en acier y a trouvé ses origines et s'y est développé le plus, c'est une preuve indirecte de la supériorité du radiateur en acier.

a) En Suède

En 1912, une petite usine suédoise commença la fabrication de radiateurs en acier : sa fabrication était assez restreinte. Le radiateur n'avait pas bel aspect car il était fait complètement

à la main. A cette époque, le marché était acquis aux radiateurs en fonte qui étaient essentiellement importés.

Après le déclenchement de la première guerre mondiale, l'importation de radiateurs en fonte devint impossible et les quelques producteurs de radiateurs en acier bénéficiaient d'un monopole de fait. Une période de quatre ans permit d'augmenter la production et par conséquent, d'améliorer la qualité du radiateur.

En 1925, la Société AGA de Lidingö s'intéressa à la fabrication du radiateur en acier. Fabricant important d'oxygène, d'acétylène dissous et d'appareils de soudure, elle vit à l'occasion d'utiliser ses produits de base.

Société importante disposant de bureaux d'études et de moyens financiers importants, elle se rendit compte que le succès du radiateur dépendait de la diminution de son prix de revient et conséquemment de la mécanisation des opérations de soudure.

Elle mit au point entre 1925 et 1927 la « soudure pourtours » et à partir de 1927 « l'assemblage ». En outre, elle adopta en 1936, le principe de la presse à double effet de l'Aktiebolaget Plattförädling en augmentant sa puissance à 250 t.

Ces trois machines forment l'ossature de leur usine de fabrication : elles ont permis un développement fantastique de sa production. De plus, elles sont si perfectionnées qu'on conçoit difficilement une usine de fabrication de radiateurs par soudure oxy-acétylénique, d'après un autre système.

La Svenska AB Gasaccumulator AGA a sous contrôle, en Suède, deux autres sociétés exploitant ses brevets, à savoir : Ab Plattförädling et Exfabriken.

A côté des radiateurs à sections, « AGA » fabrique également des radiateurs à panneaux. Son importance est toutefois limitée et varie entre 10 et 14 % de la fabrication totale de radiateurs à éléments. On y connaît également le radiateur Novella ou radiateur chenille et le Planello (une face plane et une face en chenille), fabriqués surtout chez l'AB. Plattförädling. Toutefois, leur importance est minime. On peut, en effet, diviser le marché suédois en :

- 1° Radiateurs à éléments : 85 %;
- 2° Radiateurs à panneaux : 10-14 %;
- 3° Radiateurs d'autres formes : de 1 à 4 %.

Entre 1930 et 1940 les ventes des radiateurs en fonte ne représentaient plus que 1 % du marché total et après la guerre, la vente de radiateurs en fonte consistait uniquement dans le remplacement de radiateurs en fonte défectueux.

La production annuelle en Suède tend vers 2.000.000 m² de surface de chauffe.

En 1952 : 1 800 000 m²;

En 1953 : 1 900 000 m²;

Ce qui correspond à environ 24.000 tonnes de tôles.

b) En Norvège

Le principal fabricant de Norvège est la NOB Fabrikker à Trondheim, couvrant plus de 50 % des besoins du marché. Elle fabrique des radiateurs à sections. Les coquilles sont soudées sur une soudeuse pourtours électrique mais les sections sont assemblées par une soudeuse « AGA ».

Une autre firme Per Kure a mis au point le radiateur chenille et semi-chenille (une coquille chenille soudée à une face plane). La production de ces radiateurs est en régression. La cause probable en est que toutes les soudures doivent être faites à la main. Aucune mécanisation n'est donc possible et le prix de revient en est donc trop élevé.

c) Au Danemark

Le radiateur en acier danois provient en majeure partie de la très importante firme Hollesen de Copenhague fabricant les « radiateurs Golf ».

Cette société, qui a une gamme complète de radiateurs, fabrique entre autres :

— Le radiateur à éléments à 2, 3, 4 et 5 colonnes;

— Le radiateur à panneaux;

— Le radiateur type chenille et semi-chenille;

— Les armoires chauffantes, etc.

Le mode de soudure est l'électricité. Elle possède des usines filiales entre autres en Angleterre, et exporte une partie de sa fabrication.

d) En Finlande

Ici, le marché est également acquis au radiateur en acier. La société la plus importante, Hogfors Bruk, utilise uniquement des machines Aga pour sa fabrication.

2. Benelux

a) La Hollande

Le cas de la Hollande se rapproche très fort de celui de la Suède.

Il y a vingt-cinq ans, il n'y avait pas de radiateurs en acier sur le marché néerlandais. On n'y connaissait que le radiateur en fonte importé principalement d'Allemagne et de Belgique. Il y avait bien une firme fabriquant des radiateurs en acier sur le marché, la Continental Radiato-

renfabriek, mais son incidence sur le marché n'était pas importante.

En 1930, la firme Van Heyst en Zonen à La Haye lança sur le marché, le radiateur à panneaux Veba. Cette société bénéficia à ce moment d'un concours de circonstances favorables. On venait de lancer une campagne intensive pour les produits néerlandais sous le slogan « Achetez néerlandais ». Cette société profita de cette campagne pour mettre en valeur le radiateur en acier sous forme de panneaux qui, à ce moment, n'était que peu connu sur le marché. Elle connut un succès assez retentissant. Les années suivantes on vit apparaître deux autres firmes : De Vries Robbe avec les « panneaux Erres » et la Société Duintjes en Zonen avec les panneaux et éléments Dura. La préférence pour le radiateur à panneaux se maintint jusqu'en 1940.

De l'avis des experts, le radiateur à panneaux représentait 70 à 80 % du marché total.

Avant guerre on pouvait déjà dire que le marché néerlandais était acquis au radiateur en acier.

En 1945, le radiateur à colonnes reconquit une partie du marché. Les causes en sont multiples et diverses. Les techniciens constatèrent à juste titre que le radiateur à quatre panneaux et plus était une hérésie. D'autre part, Veba, Erres et Dura étaient surtout fabricants de radiateurs à panneaux.

En 1939 Aga construisit une usine à Nuth qui avait comme production principale le radiateur à sections. Son influence sur le marché fut grande puisqu'en 1952 Veba et Erres mirent également le radiateur à colonnes au programme de fabrication.

On ne possède malheureusement pas de statistiques officielles sur l'importance du radiateur à éléments par rapport au panneau; on estime que la vente de radiateurs à sections est de 30 à 40 % supérieure à la vente de radiateurs à panneaux.

Depuis 1945, la situation a évolué totalement en faveur de l'acier. La fabrication des radiateurs en fonte étant nulle, les importations de 1952 s'élevaient à 24 000 m² et celles de 1953 à 25 000 m², ce qui, d'après estimation, correspondait à 3 % de la vente totale.

En 1953, le radiateur en acier de fabrication néerlandaise était vendu environ 20 % moins cher par m² de surface de chauffe que le radiateur en fonte. Ce fait, ainsi que les qualités intrinsèques du radiateur, sont les causes principales de la disparition progressive du radiateur en fonte.

D'une façon générale, dans tous les pays dont question ci-dessus, soit, Suède, Norvège, Dane-

mark, Finlande et Hollande, le radiateur en acier est pratiquement le seul utilisé.

b) La Belgique

Le marché belge ne peut être comparé au marché néerlandais. En Hollande, avant l'apparition des fabricants de radiateurs en acier, il n'y avait pas de producteurs indigènes à proprement parler. La quasi-totalité des radiateurs vendus était importée !

En Belgique, par contre, il y avait plusieurs producteurs de radiateurs en fonte qui avaient parfaitement le marché en main avant l'apparition de la première usine de fabrication de radiateurs en acier en 1931. Leur production était au point et importante; leur marché d'exportation très étendu.

Le premier producteur de radiateurs en acier, les Usines Antverpia, mirent au point, en 1931, le panneau Métalux. Les Usines Antverpia sont principalement producteurs de chaudières en acier. Pratiquant la soudure, ils ont étendu la gamme de leurs produits en faisant de l'intégration horizontale. La fabrication en série ne se fit qu'à partir de 1934.

Ils fournissent leurs panneaux en longueurs déterminées, les panneaux étant emboutis sur presse hydraulique. Les Etablissements Defaves furent les deuxièmes producteurs belges, avec leurs panneaux Def. Les premiers radiateurs sortirent en 1934. La caractéristique principale du

panneau Def consiste dans l'assemblage des panneaux par nipples.

En 1934, il n'y avait que les panneaux Def et Métalux pour faire concurrence aux radiateurs en fonte. Deux essais : les Etablissements Max Casart et la S. A. Sides ont tenté en 1935 et 1936 de fabriquer des radiateurs à éléments. Toutefois, ils échouèrent.

Il est d'ailleurs notoire que les radiateurs en acier à sections n'ont été fabriqués avec succès (en dehors des brevets Aga, bien entendu) que depuis quelques années faute d'une mécanisation adéquate des opérations de soudure.

C'est pourquoi, sur les marchés où la fonte était implantée, la concurrence du radiateur en acier s'est manifestée au début par les panneaux pour passer ensuite au radiateur à sections avec la mise au point des machines de soudage électriques. Seulement là où l'on exploitait les brevets Aga, on a pu fabriquer avec succès les radiateurs à éléments, entre les deux guerres.

En 1938, la S. A. des Gaz Industriels « Sogaz » exploitant les licences Aga fabriqua les premiers radiateurs à sections. Sa fabrication, en veilleuse durant la guerre, ne connut son véritable démarrage qu'en 1945.

L'importance du radiateur en acier en Belgique, ne fut pas très grande avant guerre. Ce n'est qu'après la guerre que le radiateur connut sa véritable extension. Toutefois, par manque de statistiques, nous ne pourrions donner des précisions exactes concernant l'importance de l'acier. Nous croyons que la production doit être de près de 50 % du marché total.

Quoique le panneau Def se soit développé très fort durant les deux dernières années, on peut considérer actuellement le radiateur en acier Aga comme occupant la première place sur le marché.

Quoique le panneau Def se soit développé très fort durant les deux dernières années, on peut considérer actuellement le radiateur en acier Aga comme occupant la première place sur le marché.

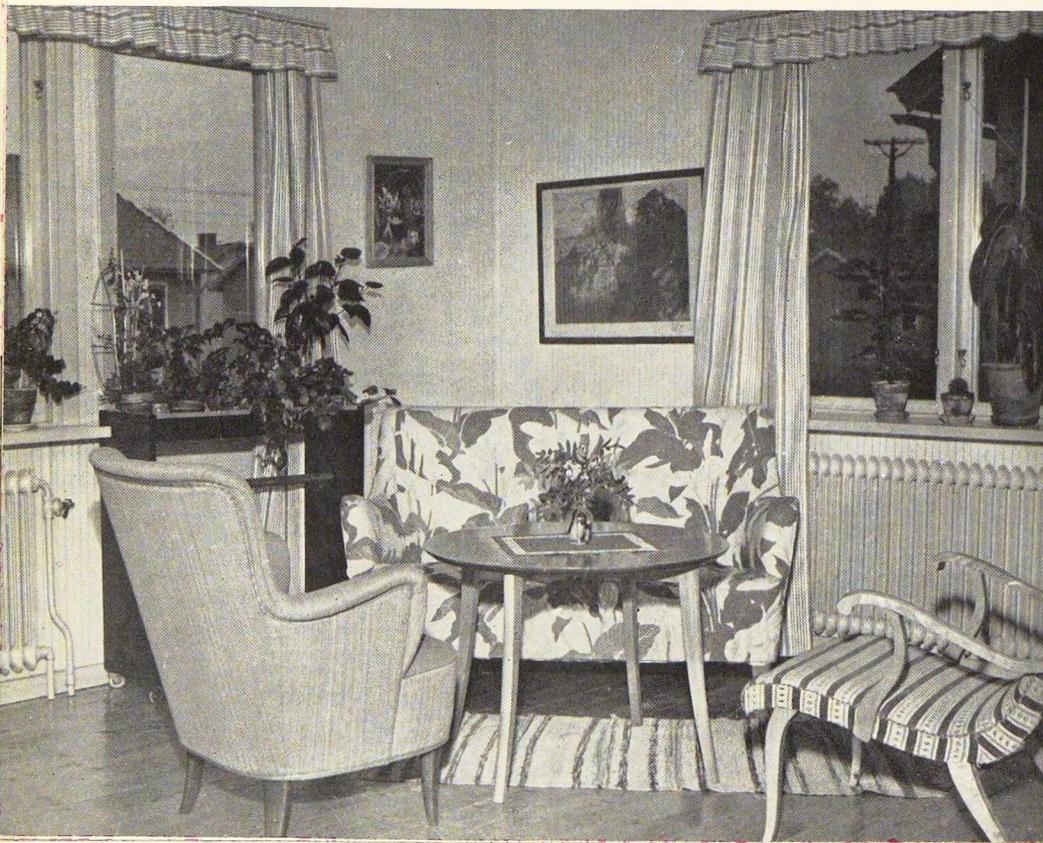


Fig. 16. Élégant salon dans lequel les radiateurs en tôle sont parfaitement à leur place.

3. Quelques autres pays

a) Allemagne

En Allemagne Occidentale, dans le courant de l'après-guerre, on a assisté à un succès rapide du radiateur en acier. En ces quelques années, la production de radiateurs en acier a quadruplé tandis que le nombre de producteurs a doublé. La Société Strebél, considérée comme la plus importante productrice de matériel pour chauffage central (chaudières et radiateurs) limitait sa production au radiateur en fonte. Depuis quelques années, elle a complété sa gamme de produits, par un radiateur en acier assemblé par nipples.

Voici les statistiques officielles de fabrication en m² de surface de chauffe pour les radiateurs en acier :

En 1951 : 1 419 344 m²;

En 1952 : 1 520 488 m²;

En 1953 : 1 712 023 m² (ne comprenant que les onze premiers mois de fabrication — le mois de décembre n'était pas encore connu).

Ces quelques chiffres et ces exemples montrent clairement que le radiateur en acier tend progressivement à dominer le marché allemand acquis antérieurement à la fonte.

b) Angleterre

Le marché anglais est dominé par trois fabricants importants de radiateurs en fonte. Toutefois, malgré leur position avantageuse, plusieurs firmes de radiateurs en acier ont pu se développer.

D'après des statistiques officielles, la production de radiateurs en acier, en 1953, serait d'environ 250 000 m² représentant 20 à 30 % du marché total. Ce chiffre représente une augmentation de 50 % sur la production des deux années antérieures.

c) France

Le radiateur en fonte possède encore sur le marché français, une situation privilégiée. D'après sources officielles, le radiateur en acier ne représente que 3 à 5 % de la production totale évaluée entre 2 000 000 et 2 500 000 m².

Ceci est dû surtout à l'esprit de routine des installateurs de chauffage central et des architectes qui, habitués aux radiateurs en fonte, ne désirent pas adopter un autre type. On constate

toutefois un intérêt plus grand pour l'idée « radiateurs en acier » et on peut prévoir d'ici quelques années, un changement dans la structure du marché français.

V. LE RADIATEUR EN ACIER DANS LE HOME MODERNE

Le succès et l'extension rapide du radiateur en acier sur les différents marchés européens ne sont pas dus uniquement à une réussite technique.

La splendide réalisation qu'est l'atelier moderne de fabrication de radiateurs en acier et les prix de revient intéressants ne sont pas les seuls facteurs — on est tenté de dire les moindres — du succès de la distribution du radiateur en acier.

Il a fallu que ses qualités intrinsèques convainquent l'architecte, l'installateur de chauffage et le particulier. Ces avantages sont nombreux et multiples.

1^o Esthétique

Le radiateur en fonte, lourd et trapu, choque la vue. Admis à titre utilitaire, il heurte la beauté d'une pièce et gâche l'aspect d'un coin intime et agréable. Il était accepté parce qu'il était nécessaire tout comme nos ancêtres admettaient leurs poêles.

Le radiateur en acier se séparant nettement de la ligne des radiateurs en fonte, a suscité une forme spéciale tant en légèreté qu'en finesse. Le nombre de colonnes souvent limité à trois lui donne une élégance certaine.

Il est indiscutable que même dans la maisonnette la plus simple, le radiateur en acier donne un cachet et s'assimile parfaitement à l'ameublement.

En outre, les parois extérieures lisses permettent de donner un lustre identique à celle de carrosseries de voitures.

La figure 17 montre la réussite parfaite réalisée

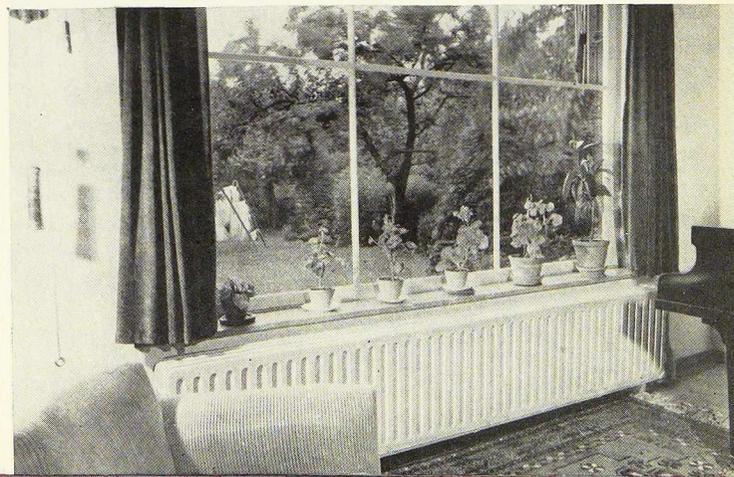


Fig. 17. Radiateur en tôle placé sous une large fenêtre.

Photo Renes.

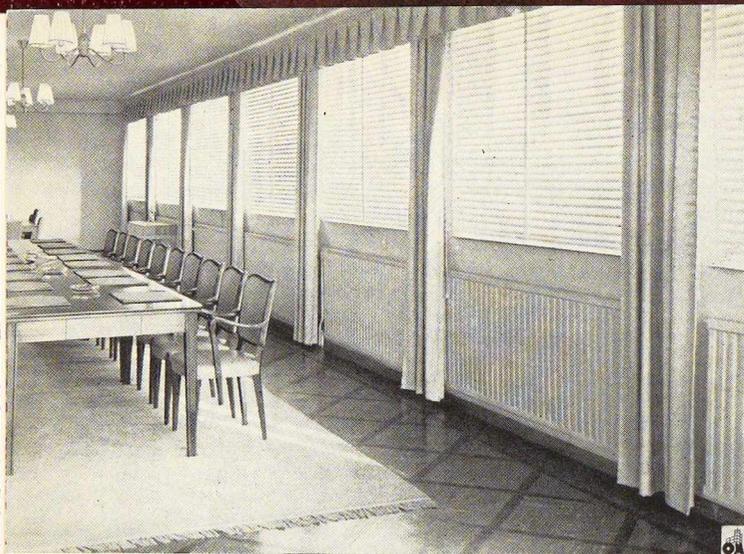


Fig. 18. Salle de conseil d'administration équipée de radiateurs en tôle d'acier.

grâce à l'utilisation du radiateur en acier sous une large fenêtre avec laquelle il s'harmonise parfaitement.

Les figures 18 et 19 illustrent à quel point les radiateurs en acier s'harmonisent avec les lignes hardies dessinées par l'architecte.

2° Souplesse

Avec l'évolution de l'architecture vers des livings à large « bow-window » on a fait appel à l'acier pour réaliser des radiateurs cintrés épousant parfaitement le contour. De même, on a créé des radiateurs angulaires pour meubler les coins.

Seul l'acier permet ces heureuses réalisations.

3° Légèreté

Le radiateur en acier pèse entre 11 et 12 kg par m² de surface de chauffe tandis que le radiateur en fonte pèse de 25 à 26 kg.

Il est indiscutable que l'installateur retire de nombreux avantages de la légèreté; les manipulations de radiateurs sur chantiers ou bâtiments

ne sont jamais aisées — elles doivent être faites à bras d'hommes. De plus, la mise en place de radiateurs légers facilite les travaux de raccordement, etc.

Le prix de revient de l'installation sera certainement plus réduit.

En outre, grâce à sa légèreté, le radiateur en acier peut être suspendu sur des consoles fixées au mur, ce qui permet le nettoyage sous les radiateurs et évite ainsi l'accumulation des poussières malsaines.

4° Mise en régime plus rapide

La mise en régime est beaucoup plus rapide dans une installation réalisée avec des radiateurs en acier parce que :

— Le volume d'eau est moindre;

— Les parois intérieures sont lisses et n'offrent pas de résistance à la circulation d'eau.

Il est inutile d'insister sur l'importance de ce facteur. En mi-saison, par exemple, on a tendance à allumer le chauffage temporairement lorsque le temps se refroidit. C'est dire qu'il faut que l'installation ait la plus grande souplesse.

5° Résistance aux chocs

La fragilité de la fonte est assez connue pour ne pas devoir insister sur la sécurité du transport et du placement du radiateur en acier.

6° Résistance aux gelées

Si l'eau du radiateur en fonte gèle, le radiateur est détruit. Vu l'élasticité du radiateur en acier, il ne subit en cas de gelée qu'une déformation, se manifestant surtout par une légère elongation.

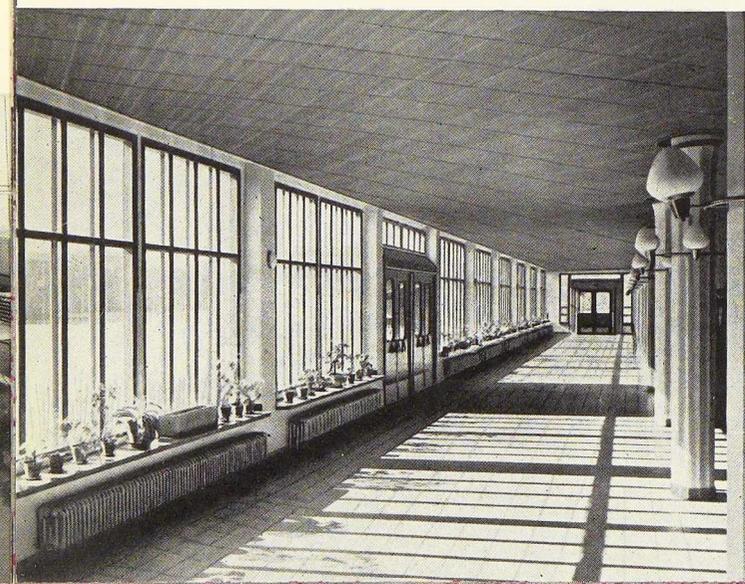
*
**

Les nombreux avantages présentés par le radiateur en acier sont mis en valeur par une technique perfectionnée. Il n'est pas étonnant dès lors qu'il a été adopté avec enthousiasme tant par les usagers que par les installateurs et les architectes auxquels il offre de larges possibilités de créations esthétiques.

J. R.

Fig. 19. Radiateurs en acier s'harmonisant parfaitement avec l'ensemble architectural.

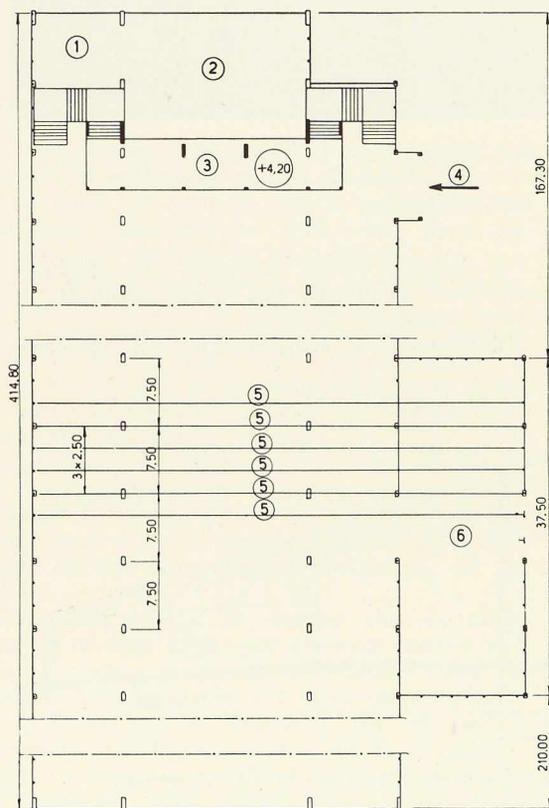
Photo H. Stenbergs.





Cinquièmes Florales valenciennes (France)

Du 23 avril au 2 mai 1954, les fleuristes et horticulteurs de 21 nations ont fait admirer à



Valenciennes, à de nombreux visiteurs, une exposition de fleurs, de plantes vivaces, d'arbres et arbustes d'ornement qui constituait un ensemble sans précédent au cœur d'une ville.

Ces Cinquièmes Florales Valenciennes ont été organisées par la « Société d'Horticulture et des Jardins populaires de France » sous l'active impulsion de MM. V. Desprez, Président et M. Plumecocq, Administrateur directeur.

Qu'il suffise, pour donner une idée de l'importance prise par cette société, d'indiquer qu'en 1953 elle comptait 700 000 membres.

L'exposition s'est tenue à l'intérieur d'un hall et d'une serre d'environ 20 000 m² et dans un parc de 60 000 m² comprenant un immense bassin avec presque île et île.

Toutes les catégories de fleurs ont été présentées : roses, œillets, orchidées, azalées, camélias, gardénias, hortensias, tulipes, jacinthes, etc. et toutes les catégories de plantes vertes, vivaces, arbres et arbustes d'ornement.

Pour abriter cette immense exposition, il a fallu construire, dans un délai le plus réduit un hall d'exposition d'une superficie inhabituelle et aussi, pouvoir rendre libre aussitôt après la manifestation le terrain sur lequel elle avait eu lieu.

Les organisateurs ont pensé qu'aucun matériau ne pouvait être plus adapté aux besoins de cette

Fig. 1. Vue en plan du Hall des Florales de Valenciennes.

1. Bureaux. - 2. Restaurant. - 3. Podium. - 4. Entrée du hall. - 5. Fermes. - 6. Annexe.

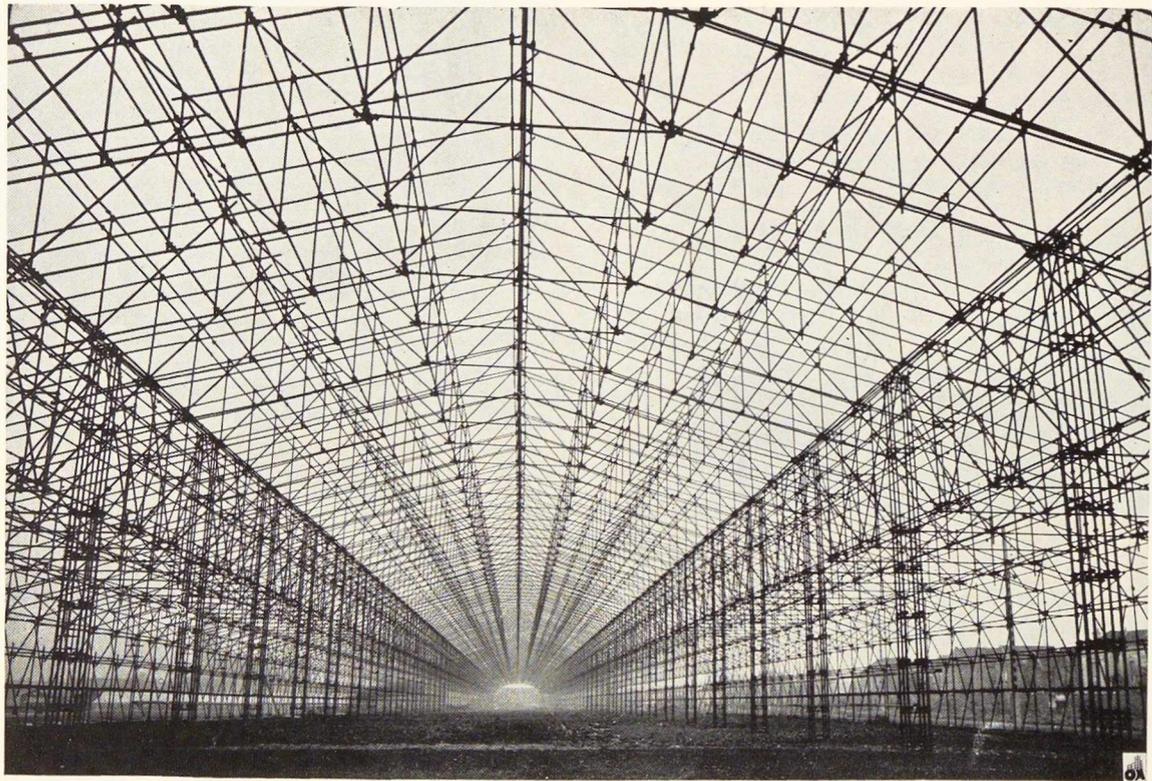


Fig. 2. Charpente tubulaire du grand hall des Floralies de Valenciennes, organisées par la Société d'Horticulture et des Jardins populaires de France. La surface du hall atteint plus de 16 000 m².

construction que le tube d'acier dont les innombrables références dans les constructions démontables, même de grande envergure, ne se comptent plus.

Nos lecteurs seront intéressés par quelques indications techniques sur le hall édifié par la Société *Entrepose*, de Paris.

Cet ensemble se compose d'un hall mesurant

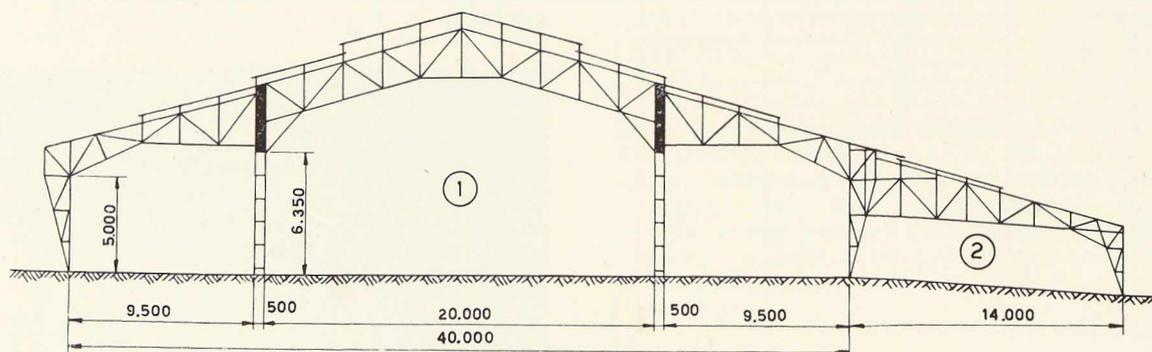


Fig. 3. Charpente métallique du grand hall abritant les Floralies de Valenciennes.
1. Hall principal. - 2. Tente annexe.

Fig. 4. Charpente tubulaire du hall. La nef centrale de 20 m de largeur est prolongée de part et d'autre par deux appentis de 10 m.

40 m de largeur utile et 412,50 m de longueur intérieure.

Il comporte : une nef centrale de 20 m de largeur prolongée de chaque côté par deux appentis de 10 m; une tente annexe reliant le hall principal à la serre aux orchidées, mesurant 14 m de largeur et 37,50 m de longueur.

La toiture de cette tente prolonge le rampant du hall principal.

La charpente de la couverture est constituée par des fermes à entrain retroussé, espacées les unes des autres de 2,50 m.

Elles prennent appui sur une ossature en portique : poteaux composés, à six montants tubulaires sans triangulation, espacés de 7,50 m les uns des autres et reliés en tête par une poutre caisson sur laquelle s'assemblent les fermes intermédiaires.

La charpente des travées latérales prolonge celle de la nef centrale et prend appui sur deux palées en béquilles laissant au point bas une hauteur libre de 5 m.

Les poteaux principaux sont scellés dans des massifs de béton.

La structure est contreventée par des barres obliques judicieusement distribuées dans les divers plans verticaux et horizontaux.

Les pignons sont formés par des palées transversales à double rang de poteaux.

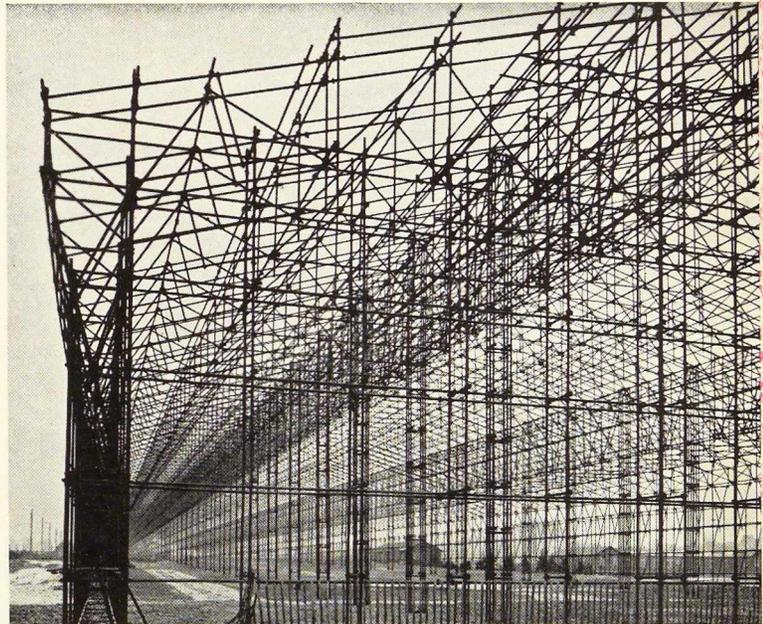
Toute l'ossature est réalisée en tubes d'acier Thomas doux (soudés par rapprochement, de 40×49) coupés aux longueurs utilisées en échafaudages et assemblés à l'aide des raccords couramment employés à cet usage.

Cette construction a mis en œuvre 125 000 m de tubes linéaires et 71 000 raccords d'assemblage.

Le poids de la charpente, rapporté au mètre carré couvert en projection horizontale, est de 32 kg.

Les longs pans et les pignons sont constitués par un bardage en plaques d'éternit (dimensions du commerce) posées sur l'ossature à l'aide de fourrures en bois fixées aux montants tubulaires.

La couverture est constituée par des bâches blanches translucides posées sur la charpente, dont les rampants ont été prévus avec les décrochements successifs indispensables, pour assurer



une mise en place correcte des éléments qui la constituent.

À l'intérieur, au droit de la porte d'entrée, une passerelle tubulaire, avec escaliers d'accès, surélevée de 4,20 m, permettra au public d'avoir une vue d'ensemble de l'Exposition. Etablie sur piles indépendantes, elle dégage l'entrée des bureaux et du restaurant et surplombe celui-ci.

Cet ensemble a été calculé conformément aux règlements de sécurité en vigueur (neige et vent) pour l'ossature, et sous une surcharge d'utilisation de 500 kg/m^2 pour la passerelle « Point de vue ».

Le montage, effectué par une équipe réduite de spécialistes échafaudeurs — complétée par de la main-d'œuvre recrutée sur place — a été achevé dans un temps record, compte tenu des difficultés dues au dénivellement du terrain et aux rigueurs de la saison : 55 jours.

Environ 400 t de tubes 40×49 — sur les 500 que comporte l'ouvrage — ont été spécialement fabriqués dans l'usine voisine de la *Société des Tubes de Valenciennes et Denain* qui a pu livrer de son très moderne laminoir Fretz-Moon le tonnage demandé dans un délai record; le solde a été pris, par le constructeur, sur son propre stock.

Signalons, puisque l'occasion est donnée ici, qu'au même moment partait de cette usine un important tonnage de tubes de mêmes dimensions destinés à l'Exposition française de Bogota, en Colombie.

A. Lazard,
Ingénieur en Chef
des Ponts et Chaussées,
Chef de la Division Centrale
des Ouvrages d'Art
de la S. N. C. F.

Plastification des poutres à âme pleine, en acier doux, fléchies

A la mémoire de :

Navier (1785-1836),
Créateur de la Résistance des Matériaux (1821)

Barre de Saint-Venant (1797-1886),
Créateur de la Théorie de la Plasticité (1870)

I. Rappel de la théorie élémentaire

La théorie élémentaire est bien connue et elle est confirmée en gros par l'expérience dans la plupart des cas. Mon intention est de marquer les concordances ou les divergences entre cette théorie et les faits.

La théorie suppose :

1° Un acier idéalement plastique avec une limite d'élasticité bien définie et un palier de ductilité quasi infini;

2° Une redistribution des contraintes normales dans la section la plus sollicitée telle qu'elles deviennent toutes égales (en compression et en traction) à la limite d'élasticité; le moment fléchissant devient égal au moment théorique de la plastification totale.

Dans les constructions statiquement déterminées, il y a ruine plastique quand ce stade est atteint (c'est-à-dire que les déformations augmentent alors indéfiniment sous ce moment laissé constant) ;

3° En outre, dans les constructions statiquement indéterminées une redistribution des moments fléchissants telle que, dans la section la plus sollicitée, le moment fléchissant reste constant et égal au moment théorique de la plastification totale tandis que le moment fléchissant croît dans la section suivante la plus fortement sollicitée jusqu'à atteindre à son tour le moment théorique de la plastification totale. Quand ce stade est atteint, il y a alors ruine plastique par formation d'une rotule plastique dans chacune de ces deux sections;

4° Les phénomènes ne sont pas affectés par les contraintes propres telles qu'il s'en crée par exemple lors d'une dénivellation d'un appui.

II. Poutres statiquement déterminées (isostatiques)

1. Poutrelle unique (augmentation progressive de la charge)

La théorie rappelée, considérons maintenant comment se présentent les phénomènes au cours d'un essai poussé jusqu'à la ruine de la poutre. Commençons par

les poutres isostatiques; par exemple une poutre posée sur deux appuis simples et chargée en deux points de telle sorte que sa partie médiane soit sollicitée en flexion pure. Et commençons par considérer une poutrelle simple (laminée).

a) La plastification, c'est-à-dire l'apparition de déformations qui ne s'annuleront plus au déchargement, par sauts brusques d'un point à un autre; quand un volume continu a été plastifié, la plastification se développe d'une manière plus progressive et plus isotrope.

Le début de la plastification en un point donné dépend des contraintes propres existant en ce point (préalables) dues à l'élaboration de l'acier et du laminé ainsi qu'aux traitements subis préalablement par le laminé. Quand la contrainte totale — somme de la contrainte propre et de la contrainte due à la charge — devient égale à la limite d'élasticité, la plastification démarre en ce point. Comme les contraintes préalables varient d'un point à un autre d'une manière presque désordonnée, il s'ensuit que le début de la plastification dans la poutre apparaît comme un phénomène très hétérogène, discontinu.

Ceci est ce que nous avons observé à l'œil nu, ou à l'aide des extensomètres utilisés habituellement dans les mesures de poutres métalliques. On pourrait penser

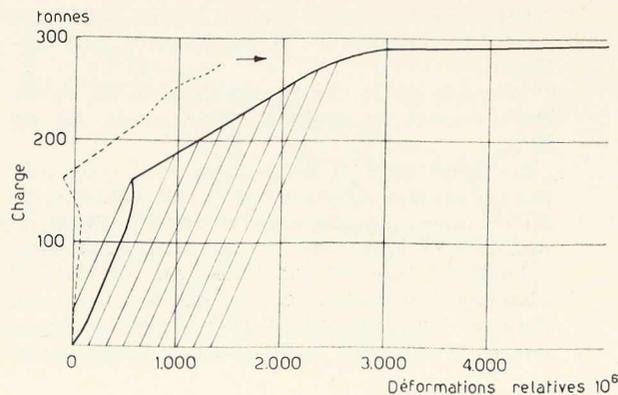


Fig. 1.



qu'en utilisant des extensomètres plus déliés, capables par exemple de l'échelle microscopique, on observerait une succession de phénomènes plus homogènes, plus continus. Or, en fait, cela n'est pas et les métallurgistes qui étudient la plastification des cristaux à l'échelle de la molécule arrivent aux mêmes conclusions; la plastification est un phénomène discontinu.

b) Portons maintenant notre attention sur les diagrammes : déformations relatives (en abscisses) — moments fléchissants (en ordonnées); on y verra des graphiques surprenants. Les figures 1, 2, 3, 4, 5, 6 ont été obtenues au cours d'essais de poutrelles Grey de 1 m de hauteur, c'est-à-dire sur les plus grands laminés existant au monde. Je voudrais attirer spécialement l'attention sur l'allongement en trois étapes (une élastique et deux plastiques). Je ne suis pas capable d'expliquer la première étape plastique, qui n'est pas envisagée par la théorie élémentaire que je rappelle en I), mais dont je garantis l'existence (fig. 1 et 2).

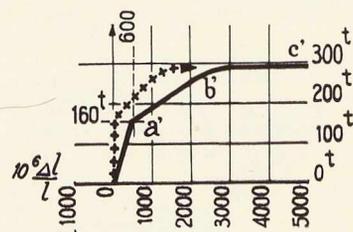


Fig. 2

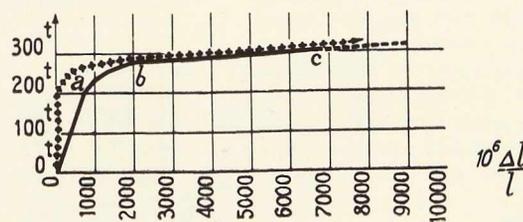


Fig. 3.

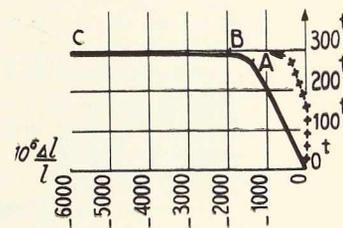


Fig. 4.

c) Au cours du même essai nous avons placé l'un à côté de l'autre un grand nombre d'extensomètres en des points divers (il s'agissait d'extensomètres à résistance électrique Baldwin ou Philipps). Quelques résultats sont donnés sur les figures 7, 8, 9. On y voit que lorsque la plastification se développe en un point (il s'agit généralement d'un grand allongement) les déformations des points du voisinage se modifient, quelquefois considérablement, jusqu'à devenir, dans certains cas, des raccourcissements. Le début de la plastification en un point modifie donc sérieusement l'état des déformations dans le volume qui l'entoure.

d) Si nous considérons maintenant (fig. 10 et 11) les déformations d'une section transversale, nous voyons que l'hypothèse de Bernoulli : une section plane

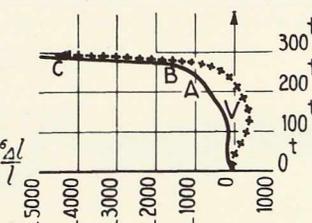


Fig. 5.

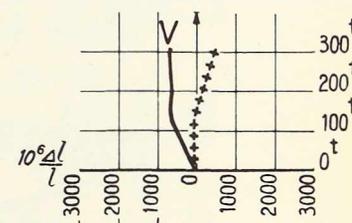


Fig. 6.

trelle, il doit exister une contrainte de compression agissant normalement aux facettes parallèles à l'axe de la poutrelle. Dans la zone tendue la grande circonfé-

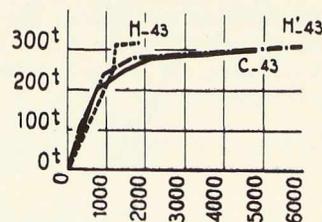


Fig. 7.

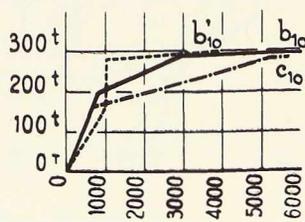


Fig. 8.

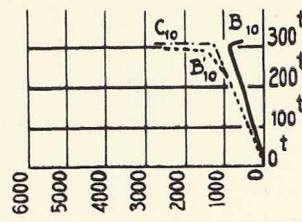


Fig. 9.

rence de Mohr coupe l'axe des cissions et nous observons des *lignes de glissement*. Dans la zone comprimée, la grande circonférence de Mohr est tangente à l'axe des scissions car la contrainte principale mineure est nulle et nous observons des *rides de glissement*.

Cette compression peut — d'une manière actuellement inconnue — modifier la distribution des contraintes normales dans une section transversale. Si nous adoptons l'une des hypothèses courantes en la matière, nous pouvons supposer que cette distribution est modifiée de la façon suivante (fig. 13): augmentation des compressions de la zone comprimée et diminution des tractions dans la zone tendue. Il est possible cependant que cet effet soit d'importance secondaire et puisse être négligé (voir ci-après g).

f) Dans nos essais, la plastification a généralement débuté dans la semelle tendue. Que se passe-t-il dans la semelle comprimée? Si aucune précaution n'a été prise pour s'opposer au flambement, la ruine de la poutrelle intervient généralement par flambement, par déversement, ou par déroboement latéral de la zone com-

primée. Quelquefois nous avons observé des flambements simultanés de la semelle et de l'âme. Dans d'autres cas, il y a eu déversement de toute la poutrelle, dans d'autres simplement déroboement latéral de la semelle comprimée.

En général, avec les hauts laminés, il est impossible d'atteindre la ruine plastique telle qu'elle est théoriquement prévue. Il y a flambement plastique ou déversement plastique, en un mot instabilité dans le domaine plastique: toutefois la valeur du moment fléchissant maximum atteint est très voisine de la valeur théorique quand des précautions ont été prises.

Par contre, avec les petits laminés, qui sont le plus généralement essayés dans les laboratoires, la ruine plastique intervient qualitativement comme la théorie la décrit.

g) Nous pouvons maintenant aborder une question capitale: le moment fléchissant maximum atteint est-il égal à la valeur prédite par la théorie? En fait, il est de 10 à 15 % supérieur; quelquefois même plus encore.

Quelle peut être l'explication de cette divergence?

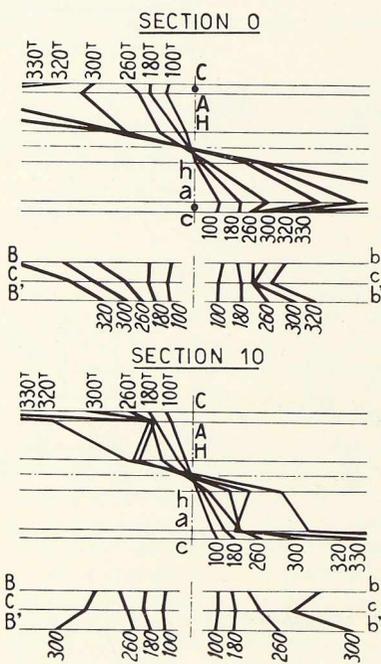


Fig. 10 (ci-dessus).

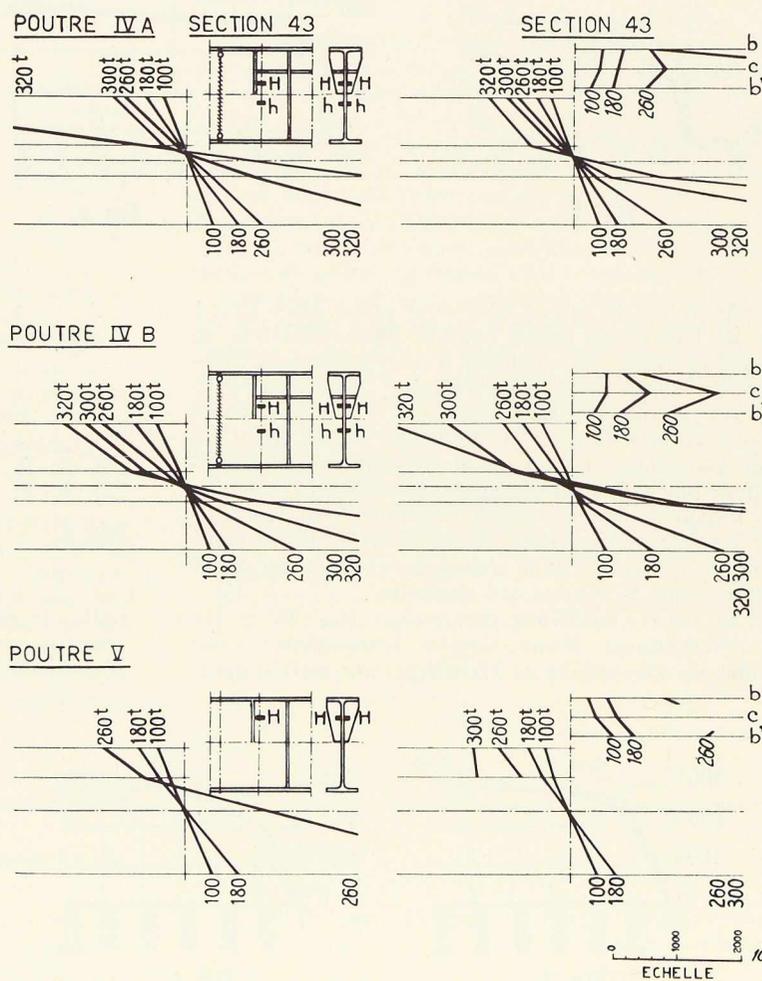


Fig. 11 (ci-contre).

Comme l'âme intervient théoriquement peu, il est d'usage de calculer le moment de plastification totale avec la limite d'élasticité de l'acier des semelles. En fait, la limite d'élasticité du métal de l'âme est supérieure à celle du métal des semelles de 3 à 4 kg/mm² soit environ 15 %, de sorte que l'âme intervient en fait un peu plus qu'il n'est théoriquement prévu. Mais cela ne suffit pas à expliquer la divergence : faut-il faire intervenir la modification des contraintes envisagées plus haut en e) et d'autres raisons encore inconnues ?

Ce qui vient d'être dit s'applique au cas de flexion pure : (moment fléchissant constant). Quand il n'y a qu'un point de chargement on peut penser que le moment fléchissant maximum sera encore un tout petit peu plus élevé — mettons de 2 à 3 % — parce que la ruine plastique ne peut se produire que lorsqu'un volume suffisant autour de la section chargée aura été complètement plastifié.

2. Tronçons de poutrelles assemblés par soudure bout à bout (augmentation progressive de la charge)

Un certain nombre de nos essais sur poutrelles Grey de 1 m ont porté sur des poutrelles constituées de deux tronçons assemblés par une soudure bout à bout. Nous avons essayé différents types de soudures et différents procédés de soudage. Les soudures des semelles ont été de types V ou X tandis que les soudures des âmes étaient généralement en X. Dans de nombreux cas, nous avons soudé les poutrelles sans les tourner (en particulier dans le procédé C. G. H. ⁽¹⁾ mis au point par les Chemins de fer français et qui s'est révélé excellent); dans d'autres cas, les poutrelles étaient fixées dans des montages circulaires tournants. Des soudures étaient continues, d'autres étaient interrompues par des trous dans les âmes, de différentes formes et de différentes dimensions.

Nous n'avons pas trouvé de différences entre tous ces divers types et les résultats obtenus sont comparables à ceux d'une poutrelle unique. En conséquence, je ne ferai plus aucune différence entre une poutrelle unique et deux tronçons rabotés par une soudure bout à bout.

3. Trous dans les semelles (augmentation progressive de la charge)

Que se passe-t-il quand on perce des trous dans l'âme et surtout dans les semelles ? La réponse diffère selon qu'il s'agit de trous forés ou de trous poinçonnés.

a) Si les trous sont forés il ne semble pas que leur présence change appréciablement le résultat. C'est-à-dire que la ruine plastique intervient à peu près de la même manière que pour un laminé sans trous et pour le même ou très approximativement le même moment fléchissant.

Ceci constitue une divergence avec la théorie puisque

⁽¹⁾ C. G. H. initiales de MM. Carpentier, Guérin, Heydacker, les trois ingénieurs qui ont le plus contribué à l'essai ou à la mise au point du procédé.

les trous devraient diminuer la surface soumise aux contraintes normales égales à la limite d'élasticité. En d'autres termes, les trous forés maintiennent pratiquement la capacité de déformation plastique de la poutrelle comme s'ils n'existaient pas.

b) Si les trous sont poinçonnés, l'effondrement de la poutrelle se produit sous un moment fléchissant qui est presque le même que pour une poutrelle sans trous mais, et ceci constitue un phénomène caractéristique, *il n'y a plus ruine plastique : il se produit une rupture brutale avec déchirure partant d'un des trous*. Il s'agit vraisemblablement d'une rupture du type fragile.

Quand on observe les extensomètres ou les fleximètres, on ne peut prévoir la rupture; la poutrelle semble d'ailleurs peut-être un peu moins déformable. Les trous poinçonnés semblent donc diminuer considérablement la capacité de déformation de la poutrelle, de telle sorte qu'elle finit par se rompre.

Dans l'état de nos études, je ne puis dire si cette modification de comportement est due à la transformation de la nature du métal causée par le poinçonnement autour du trou (les cristaux sont plus gris et plus ternes) ou aux microfissures créées sur les parois des trous. Je n'ai pas eu l'occasion d'expérimenter des poutrelles dont les trous poinçonnés auraient été alésés; je crois toutefois qu'elles donneraient les mêmes résultats qu'avec des trous forés. Si cela était ce serait la preuve que la rupture fragile provoquée par les trous poinçonnés serait due aux microfissures des parois (voir ci-dessous en 5, b).

4. Chargements cycliques (poutrelles sans trous)

a) Jusqu'à présent il n'a été question que d'essais dans lesquels le moment fléchissant était progressive-

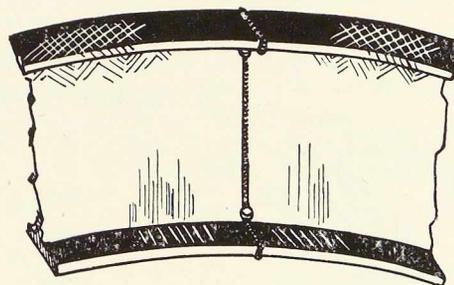


Fig. 12.

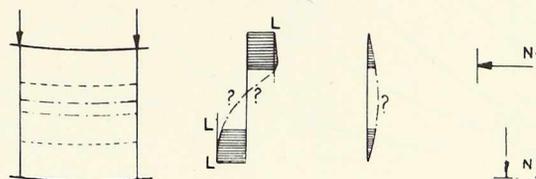


Fig. 13.

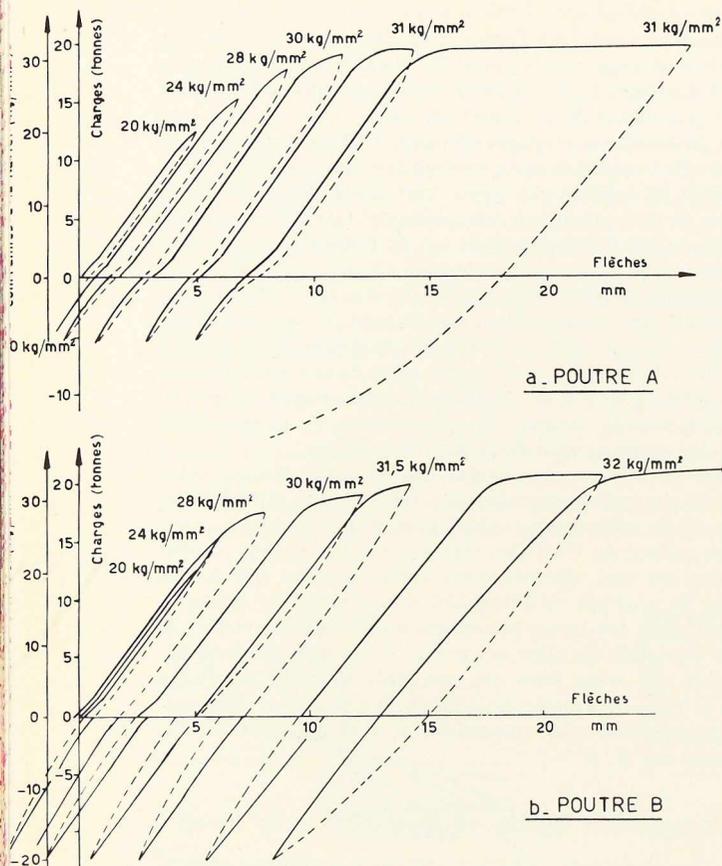


fig. 14.

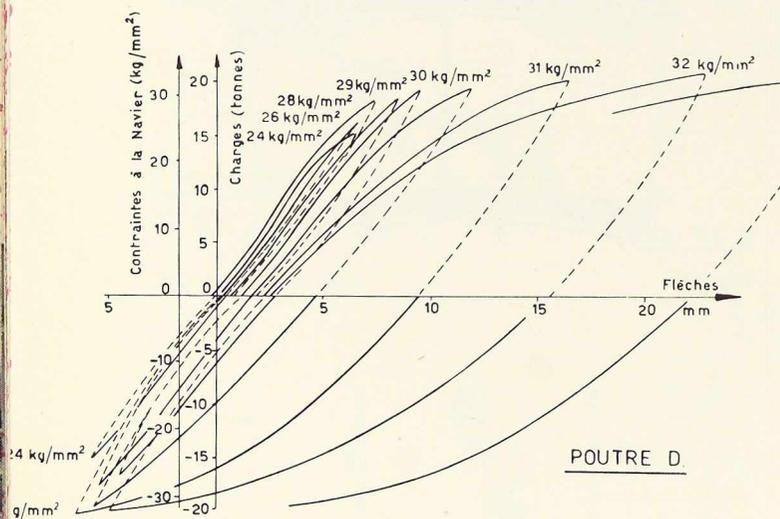


Fig. 15.

ment accru. Il est intéressant maintenant d'étudier le comportement des poutres sous des moments variant cycliquement. Nous distinguerons :

- Les moments ondulés — c'est-à-dire compris entre deux limites de même signe (+ A et + B);
- Les moments répétés — c'est-à-dire compris entre zéro et une certaine limite (0 et + B);
- Les moments alternés — c'est-à-dire compris entre une limite négative A et une limite positive + B, plus élevée en valeur absolue ($-A$ à + B; $B > |A|$);
- Les moments oscillants — c'est-à-dire compris entre deux limites égales et de signes opposés ($-B$ à + B).

Nous avons entrepris de tels essais, mais, malheureusement, les machines du laboratoire ne nous ont pas permis d'essayer d'autres profilés que des IPN 200 mm. Les conclusions de nos essais ne sont donc pas directement applicables à des hauts laminés.

Les charges étaient appliquées par des vérins; les poutrelles étaient retournées pour appliquer des moments alternés ou oscillants.

b) L'expérience a très rapidement montré que pour les poutrelles sans trous il n'y avait pratiquement pas de différence avec le cas traité en II-1. Si des différences existent, elles sont, en tous cas, très faibles.

c) Quand les moments sont alternés ou oscillants les diagrammes : flèches-moments (fig. 14 et 15) montrent l'effet Bauschinger dans les deux sens. Quand la charge décroît en valeur absolue, le point représentatif décrit une ligne droite, puis, quand le moment change de signe, il décrit une ligne courbe. Les boucles d'hystérésis sont bien formées et il y a deux flèches permanentes à considérer : l'une quand on passe des moments positifs aux moments négatifs, l'autre quand, à l'inverse, on passe des moments négatifs aux moments positifs.

d) Quand on augmente l'amplitude des cycles, les boucles d'hystérésis se déplacent et se développent, mais, contrairement aux affirmations de précédents auteurs, il n'a pas été trouvé de loi pour ces modifications.

5. Chargements cycliques (poutrelles avec trous dans les semelles)

a) Nous avons alors essayé des poutrelles avec des trous dans les semelles. Quand les trous étaient forés la ruine plastique se produisait pour un moment fléchissant très légèrement inférieur à celui d'un chargement progressivement croissant. Néanmoins, de petites fissures se formaient à partir des trous; il n'est pas impossible que si nous avions répété un beaucoup plus grand nombre de cycles identiques (nous n'avons pas dépassé 20 cycles de chaque amplitude) nous aurions atteint la rupture : l'expérience reste à tenter.

Les diagrammes : flèches-moments (fig. 16) sont comparables à ceux de la figure 15.

b) Quand les trous sont poinçonnés les diagrammes flèches-moments (fig. 17) diffèrent des précédents. Les

boucles d'hystérésis sont très ramassées et la rupture arrive brutalement, par déchirure partant d'un trou. L'examen de la déchirure a montré qu'elle était partie d'une microfissure de la paroi.

Le moment fléchissant atteint est un peu plus faible que celui d'une poutrelle sans trous.

6. Quelques conclusions concernant les poutrelles (laminés) avec et sans trous

a) Il est commode d'introduire maintenant la notion de contrainte à la Navier, c'est-à-dire le quotient du moment fléchissant par le module de résistance à la flexion de la section ($\frac{I}{v}$, ou W, ou Z)

$$\text{Contrainte à la Navier} = \frac{M\sigma}{I} = (\text{N. contrainte}).$$

Dans le domaine élastique, la contrainte à la Navier est naturellement égale à la contrainte normale sur la fibre extrême due à la charge; dans le domaine plastique, la contrainte à la Navier est une valeur conventionnelle de repère du moment fléchissant atteint.

Quand il n'y a pas de trous, nous n'avons à considérer que la contrainte à la Navier calculée avec le module de la section brute ou N. contrainte brute et à la comparer à la limite d'élasticité (L) du métal des semelles.

Quand il y a des trous, nous avons à considérer, au contraire :

1° La contrainte à la Navier calculée avec le module de la section brute ou N. contrainte brute, et à la comparer à la limite d'élasticité (L) et,

2° Celle calculée avec le module de la section nette ou N. contrainte nette, et à la comparer à la limite de rupture (R) du métal des semelles.

Les seuls essais complets que nous connaissions sont ceux entrepris :

1° Par la Chambre Syndicale des Constructeurs métalliques français;

2° Par cette même Chambre, conjointement avec les Chemins de Fer français.

Ils ont tous porté sur des laminés IPN 200 mm avec des trous de 17 mm de diamètre. Dans ces conditions, les rapports des modules de résistance brut et net des contraintes à la Navier, brute et nette, sont égaux à 1,43. Or, le rapport $\frac{R}{L}$ pour l'acier doux expérimenté est lui aussi très voisin de 1,43. Dès lors, dans les conclusions qui vont suivre, il est impossible de dire si les phénomènes sont sous la dépendance de la seule limite d'élasticité (L), comme c'est certainement le cas pour les poutrelles sans trous, ou de la seule limite de rupture (R), comme nous pensons que c'est le cas quand les trous sont poinçonnés, ou à la fois de L et de R. Cette question, qui a son importance pour l'utilisation d'autres aciers ou d'autres métaux, devrait être résolue par des essais sur des laminés de plus fortes dimensions.

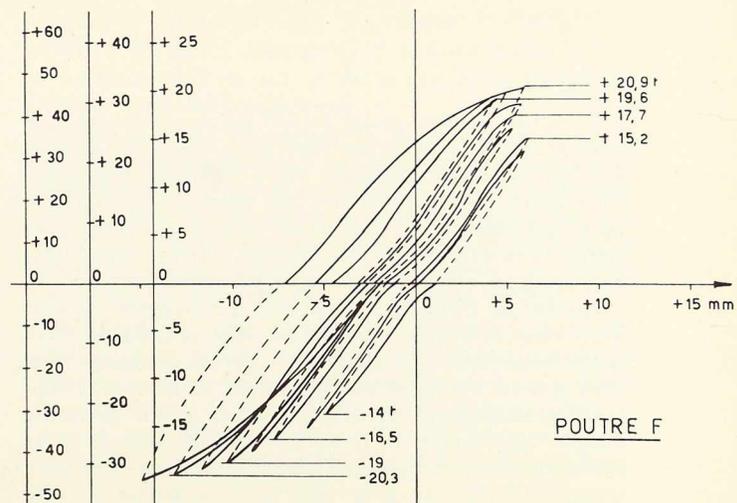


Fig. 16.

Néanmoins, les résultats sont les suivants :

1° Trous forés :

- La N. contrainte brute est inférieure à R (environ 0,9 R pour chargement progressif; 0,8 R pour des moments cycliques), mais toujours supérieure à L (environ 1,3 L pour chargement progressif, 1,15 L pour cycles);
- La N. contrainte nette est toujours supérieure à R (progressif 1,3 R; cycles 1,1 R) et très supérieure à L (progressif plus de 1,6 L; cycles 1,6 L).

2° Trous poinçonnés :

- La N. contrainte brute est inférieure à R (progressif 0,8 R et cycles 0,7 R) mais très voisine de L, quoique légèrement supérieure;
- La N. contrainte nette est supérieure à R pour les charges progressives, mais très voisine de R, quoique

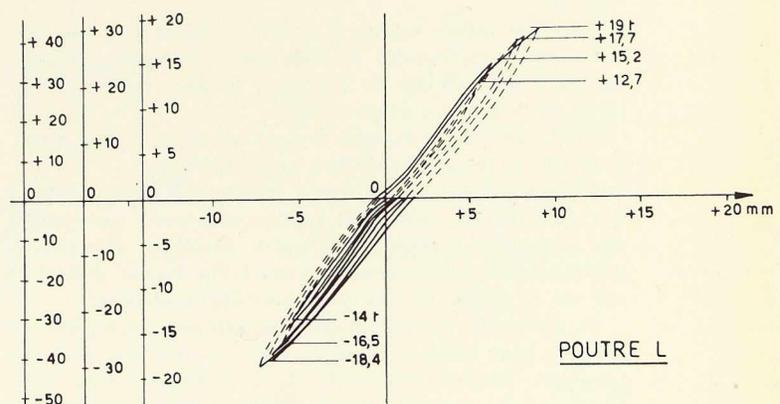


Fig. 17.

légèrement supérieure, pour les cycles et *toujours très supérieure* à L (progressif 1,4 à 1,8 L ; cycles 1,5 L).

b) Il est du plus grand intérêt de savoir ce que l'on peut faire d'une poutrelle sans trous qui a été amenée à l'état de ruine plastique ou à un état très voisin c'est-à-dire d'une poutrelle très déformée d'une manière permanente). Nous avons essayé de telles poutrelles et nous avons trouvé qu'elles étaient susceptibles de supporter encore des charges très élevées.

Partant de l'état de déformation permanente où elles sont, elles se comportent comme une poutrelle parfaitement élastique (pas de déformation permanente nouvelle quand on supprime la charge; le module d'élasticité pratiquement identique à celui d'une poutrelle vierge) tant que le nouveau moment fléchissant n'approche pas trop le moment de ruine plastique antérieurement atteint. On peut leur faire supporter — avec comportement élastique — des charges très supérieures à celles qui sont permises par les Règlements.

En fait, ce nouveau comportement est très net pour des poutrelles qui ont été amenées à la ruine plastique par un chargement progressif. La question est un peu plus compliquée pour les poutrelles chargées cycliquement; leur comportement semble dépendre, d'une manière que nous n'avons pas eu l'occasion d'élucider complètement, du temps qui s'est écoulé entre le dernier cycle et le nouvel essai: le repos semble redonner de nouvelles qualités élastiques à une poutrelle ruinée plastiquement par chargements cycliques.

L'intérêt de tels résultats n'échappera pas au lecteur ⁽¹⁾. Des poutrelles sans trous déformées peuvent être parfaitement réutilisées, soit qu'on les redresse, soit qu'on parte de la déformation permanente acquise. Leur domaine d'élasticité est accru.

Il est même possible de concevoir des procédés dans lesquels des déformations permanentes seraient volontairement données pour que sous les surcharges mobiles les poutrelles se comportent élastiquement (déformations et flèches strictement proportionnelles aux surcharges). Il s'agirait de l'extension aux laminés de vieux procédés appliqués à d'autres métaux ou à d'autres formes, en particulier aux barres et aux câbles.

Ces procédés peuvent être combinés avec la précontrainte.

Dans un esprit voisin, « la poutre Préflex », qui se développe actuellement en Belgique, réalise la précontrainte d'une semelle de béton par la déformation préalable élastique d'une poutrelle.

c) On doit se demander ce que deviennent les qualités du métal de poutrelles ainsi essayées.

A notre connaissance, il n'a jamais été prouvé (bien que cela ait été prévu, et parfois annoncé) que pour des poutrelles amenées à la ruine plastique par chargements progressivement croissants la limite d'élasticité ou la limite de rupture aient été modifiées.

Au contraire, nos essais par chargements cycliques — avec et sans trous — ont montré un très net relèvement des limites d'élasticité. A tel point que dans certains cas, la nouvelle limite d'élasticité du métal des semelles dépasse maintenant la nouvelle limite d'élas-

ticité du métal de l'âme. Dans quelques cas, on a constaté aussi un relèvement de la limite de rupture. Dans tous les cas, l'allongement de rupture est diminué.

7. Poutres composées par soudure

Quelques essais ont été entrepris sur poutres composées par soudure. Si les semelles et l'âme sont du même métal (mais en fait cela s'est très rarement trouvé; généralement les âmes ont eu des limites d'élasticité supérieures aux semelles) la ruine plastique se produit comme le prévoit la théorie et le moment fléchissant maximum est d'un rien supérieur à celui prévu.

8. Poutres composées par rivure

Il n'y a eu que très peu d'essais. Il semble que la rupture, par déchirure, puisse se produire, mais nous manquons trop d'information sur le perçage des trous.

9. Contraintes propres. Sections dissymétriques

D'importantes séries d'essais ont été entreprises en Russie par Patton et Gorbunow sur des sections dissymétriques, avec des contraintes propres introduites dans les soudures, sous des chargements cycliques répétés (de 0 à + B).

Tous les essais concordent très bien avec la théorie élémentaire et en constituent une des meilleures confirmations connues.

10. Conclusions

Nous pouvons maintenant conclure pour les poutres à âme pleine statiquement déterminées (isostatiques) sous chargements progressivement croissants ou cycliques.

a) Avec des laminés sans trous et des poutres assemblées par soudure, la ruine plastique intervient comme la théorie le prévoit, quand les précautions ont été prises pour empêcher le flambement, le déversement ou le dérobement latéral. Il n'y a pas de différences entre les chargements progressifs et cycliques. Le moment fléchissant maximum atteint est généralement supérieur à celui prévu par la théorie. Si la différence peut atteindre jusqu'à 40 % elle est, dans de nombreux cas, très supérieure à la différence entre le moment théorique de la plastification totale et le moment élastique complet (qui varie entre 15 et 18 % selon les dimensions des laminés). Ce fait a une très grande importance pratique puisque nous pourrions généralement escompter un moment de ruine supérieur de 30 % au moment élastique complet.

En d'autres termes, nous pouvons encore dire que la contrainte à la Navier en section brute est généralement de 30 % supérieure à la limite d'élasticité du métal des semelles. Si le laminé est en acier doux dont la

⁽¹⁾ D'Horne, de Cambridge (Angleterre) a obtenu des résultats comparables avec des poutres continues. Mais il s'agissait de très petites sections carrées et d'un très petit nombre de répétitions.



limite d'élasticité est voisine de 24 kg/mm² nous pouvons compter sur une contrainte à la Navier en section brute d'au moins 32 à 33 kg/mm².

Le chapitre VI traite des contraintes admissibles.

b) Pour les poutres comportant des trous forés, il semble que le moment fléchissant maximum est à très peu près égal à celui des poutres sans trous.

A notre avis, les contraintes admissibles devraient être à peine moins élevées qu'avec des poutres sans trous.

Pour les poutres comportant des trous poinçonnés, la question n'est pas parfaitement éclaircie. Dans nos propres essais le moment fléchissant maximum n'était que très peu inférieur à celui de poutres sans trous; mais la conclusion n'est pas nécessairement exacte pour n'importe quelles dimensions de laminés ou de poutres. Pour d'autres dimensions, il se pourrait fort bien que le moment fléchissant dépende de la limite de rupture du métal.

Mais, comme d'autre part, les trous poinçonnés provoquent une rupture fragile, les contraintes admissibles devraient être, à notre avis, nettement moins élevées qu'avec des poutres sans trous.

III. Poutres statiquement indéterminées (hyperstatiques)

1. Augmentation progressive des charges

a) Je passerai rapidement sur le cas des poutres hyperstatiques car je n'ai pas eu personnellement l'occasion d'entreprendre des essais à ce sujet. Je vais donc examiner les expériences d'autres auteurs; elles ont presque toujours porté sur de petites poutres.

Il est commode de distinguer entre les poutres continues, les poutres encastées et les portiques.

expériences sur portiques ont été très développées en Grande-Bretagne.

b) Quoiqu'il en soit, je pense que nous devons considérer deux faits principaux :

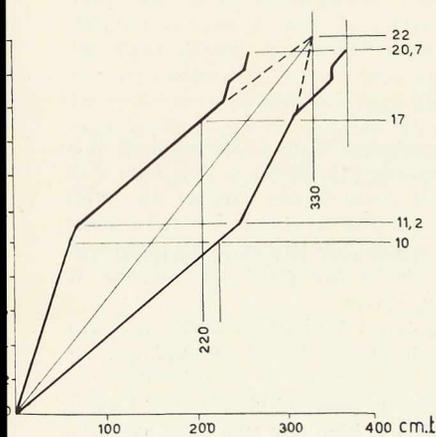
1° Le moment fléchissant de plastification totale ne peut se développer dans la deuxième section la plus sollicitée que s'il existe un volume suffisant à plastifier autour de cette section ou que si les valeurs des moments en phase élastique dans les deux sections les plus sollicitées ne sont pas trop voisines, ou que si, peut-être, les scissions ne sont pas trop élevées;

2° Quand la limite d'élasticité est atteinte dans une section, il se produit un jarret (ou coude) permanent dans la poutre en ce point. Aussi, quand on arrive à l'état de ruine plastique, y a-t-il deux jarrets dans la poutre. Ceci est très différent du cas des poutres isostatiques où nous avons bien des déformations permanentes mais pas de jarrets.

Ces jarrets peuvent présenter de graves inconvénients dans la pratique (esthétique, etc.); mais, d'autre part, ils signalent un état de plastification avancé (quoique non dangereux).

Naturellement, on peut avoir également flambement, déversement, et en général, tous les cas d'instabilité. Dans la suite de cet exposé, il sera admis que le dimensionnement des poutres est tel, qu'aucune instabilité ne soit possible ou que les membrures ont été convenablement entretoisées ou contrefortées.

c) Avec les poutres continues, les moments fléchissants des deux sections les plus sollicitées tendent réellement vers l'égalité, comme le prévoit la théorie, mais, en fait, cette égalité ne se réalise pas, car, au moment où elle va être presque atteinte, de nouvelles déformations se produisent dans la section la plus sollicitée, avec entrée du métal dans la zone de raffermissement



↑ Fig. 18.

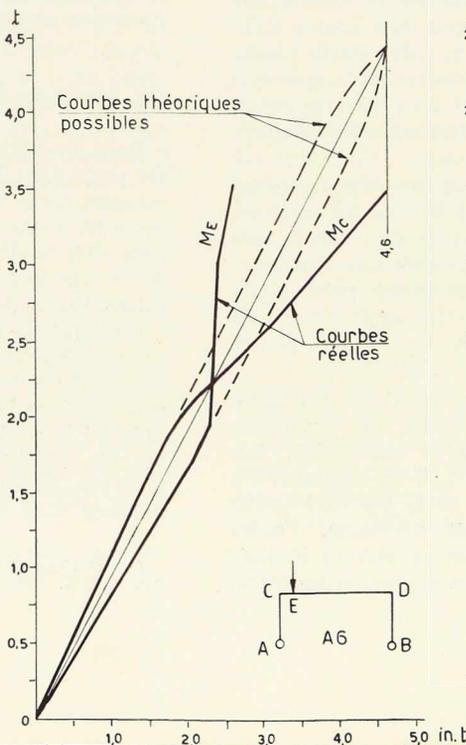


Fig. 19. →

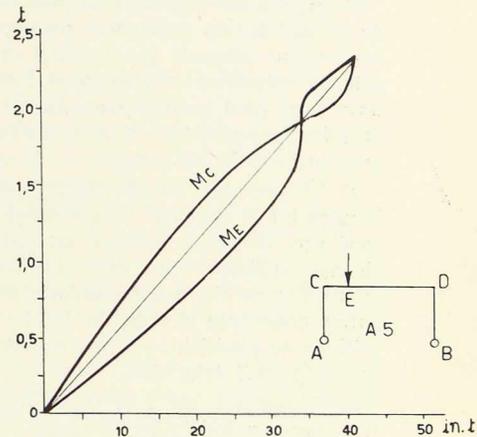


Fig. 20. ↑

qui suit le palier de ductilité, tandis que les déformations de la deuxième section ne s'accroissent plus (fig. 18). Ceci est peut-être dû à un effet restrictif des appuis.

d) Au contraire, avec les portiques, où les rotules plastiques se produisent généralement sous les points de charge et aux genoux, et où il n'y a pas d'effet restrictif des appuis, sauf peut-être quand deux rotules sont trop proches (manque de volume à plastifier ou deux moments pratiquement égaux en phase élastique; voir ci-dessus en b-1 et fig. 19) les deux moments fléchissants s'égalisent réellement; le fait peut même se produire deux fois ou plus durant le chargement : voir figure 20.

e) La théorie élémentaire qui égalise les deux moments à la valeur du moment de plastification totale prévoit des charges ultimes doubles de celles que l'on obtiendrait en ne considérant que la plastification totale dans la section la plus sollicitée. C'est en fait ce qui se produit, sauf dans les cas décrits ci-dessus en b-1 (où l'on ne peut arriver qu'à une fois et demie) (voir fig. 19).

Il se peut que les essais bien connus de Stüssi sur poutres continues avec extrémités diversement encastrees rentrent dans cette dernière catégorie, et c'est peut-être la raison pour laquelle la charge ultime a varié entre un, pour une poutre isostatique, et deux, pour une poutre complètement encastree aux deux extrémités.

2. Surcharges roulantes sur poutres continues

Ce qui vient d'être dit concerne les chargements progressivement croissants. Il n'existe pas d'essais sous chargements cycliques. Il n'existe que deux essais publiés sur un sujet qui intéresse au plus haut point les constructeurs de ponts : l'effet des surcharges roulantes sur une poutre continue.

Ce sujet a été traité théoriquement par H. Bleich (fils de F. Bleich) en 1932. Son théorème bien connu a été légèrement amendé par Dutheil en 1948. Mais, à mon avis, le théorème est inexact et l'analyse de la question beaucoup plus compliquée. Je ne veux pas en entreprendre la discussion ici et je me contenterai de donner les résultats de ces essais.

a) Le premier est dû à Klöppel en 1935; avec un laminé I 120 mm en deux travées de 1,50 m chacune, avec une charge constante au milieu de l'une et une charge oscillante entre zéro et un maximum (variable) au milieu de l'autre. La théorie de Bleich prévoyait la ruine pour une charge de 4,2 t. Or, après plus d'un million de répétitions d'une charge de 5,83 t, la poutre se comportait très bien.

b) Le second, dû à la Chambre Syndicale des Constructeurs métalliques français, afin de confirmer l'amendement de Dutheil est plus compliqué. Les poutres avaient deux travées de 1,30 m chacune; les charges étaient placées aux 3/10 de la portée à partir de l'appui central : l'une restait constante, l'autre ondulait cinq fois entre 1 t et un maximum P, puis l'on augmentait P et ainsi de suite. On essaya un carré,

un losange posé sur une tranche, et deux IPN, seul un IPN était brut, les autres pièces subirent un revenu.

Avec seulement cinq cycles de chaque P il est très difficile de dire quand les déformations auraient crû indéfiniment; de sorte que les conclusions ci-après ne sont pas très précises et qu'il sera toujours possible de discuter sur la valeur de la charge ultime. Quoi qu'il en soit, le tableau ci-après résume ces essais.

Valeurs en tonnes	Carré (revenu)	Losange (revenu)	Premier I (revenu)	Second I
Prévue par le théorème de Bleich	12,2	8,6	11,7	11,2
Prévue par le théorème de Dutheil	14,6	12,1	12,8	12,3
Charge ultime estimée par le labor.	18	17	11,5	11
Charge ultime estimée par l'auteur	17	15	10	10

Pour le carré et le losange, c'est-à-dire des sections qui présentent de grandes réserves de plastification, ou, comme on dit, qui ont un grand facteur de forme (1,50) les charges atteintes dépassent nettement les valeurs prédites.

Au contraire, pour les deux I, qui ont peu de réserves de plastification ou un très petit facteur de forme (1,15) les charges atteintes sont, ou bien égales à la valeur prévue, dans la meilleure combinaison (estimation du laboratoire, et théorème de Bleich) ou bien inférieures.

Ces résultats confirment les conclusions théoriques auxquelles j'étais arrivé. Il y a donc encore beaucoup à faire à ce sujet.

c) Le Professeur Massonnet a entrepris récemment de nouveaux essais (1).

IV. Essais de fatigue

Dans les essais sous chargements cycliques dont il a été parlé dans les chapitres précédents il doit bien être compris qu'il s'agissait d'un nombre limité de cycles imposés, à une vitesse de mise en charge lente. La question change d'aspect quand on soumet une poutre à des essais de fatigue, c'est-à-dire plusieurs millions de cycles répétés à grande vitesse.

L'intérêt de tels essais est toujours discuté. Il y a à ce sujet deux écoles principales. L'une prétend que les phénomènes de fatigue ne peuvent se produire dans les constructions habituelles de ponts et charpentes; l'autre prétend le contraire. Il est bien sûr que dans certains cas ces phénomènes peuvent intervenir, par exemple pour des poutres supportant des turbines ou des alternateurs. Mais ces cas mis à part, il n'est pas facile de

(1) Ils viennent de paraître dans le XIIIe Volume des *Mémoires de l'A. I. P. C.*

conclure. Pour les ponts, par exemple, les Français pensent que dans les conditions de la pratique, ces phénomènes n'existent pas, en dépit des fissures qui apparaissent souvent dans les longerons et qui ont, précisément, ailleurs, été considérées comme la preuve de ces phénomènes. Quoi qu'il en soit, nous croyons que pour se faire une opinion raisonnable de la marge de sécurité de nos constructions, même dans les conditions habituelles, il peut être intéressant de déterminer le comportement des constructions sous les essais de fatigue.

On trouve très peu d'essais de ce genre pour le sujet qui nous intéresse ici. La plus grande série a été entreprise récemment aux Etats-Unis, à l'Université de Columbia, sous la direction du Professeur Wilson et pour le compte du Welding Research Council; il s'est agi principalement de poutres comportant des soudures. Les résultats sont compliqués et la seule conclusion sur laquelle je désire insister est la suivante : les soudures transversales et les soudures longitudinales en cordons discontinus sont beaucoup plus nocives que des cordons continus longitudinaux; de même des semelles additionnelles partielles sont plus défavorables que des semelles additionnelles couvrant toute la longueur du laminé.

V. Essais restant à entreprendre

Afin d'avoir une idée d'ensemble des questions traitées et de celles restant à résoudre, j'ai établi le tableau suivant (fig. 21) où la densité des hachures est proportionnelle au nombre des essais effectués dans le monde entier (à ma connaissance). Les cases blanches indiquent qu'il n'y a jamais eu d'essai. Un grand nombre d'expériences reste donc à entreprendre.

Cela ne veut pas dire que nous ne puissions, dès maintenant, projeter et construire, en tablant sur les phénomènes de plastification. La théorie désignée en Angleterre sous le nom de « Plastic Design » a pris un excellent départ et semble — sous quelques réserves sur lesquelles j'ai insisté tout au long de cette conférence — correspondre très bien aux faits expérimentaux tant qu'il s'agit de laminés et de poutres composées par soudure. Mais nous devons être prudents quand il y a des trous dans les parties les plus sollicitées.

VI. Règles pratiques françaises

Nous allons maintenant considérer les contraintes admissibles et voir ce qui est autorisé en France.

a) En France, nous avons deux sortes de Règlements. Les plus anciens concernent les ponts et, généralement, tous les travaux qui dépendent du Ministère des Travaux publics; les plus récents concernent les habitations et les usines, généralement les travaux qui sont sous la réglementation du Ministère de la Reconstruction.

b) Jusqu'à présent, rien n'a encore été fait pour modifier les règles concernant la construction des ponts;

	ESSAIS STATIQUES					ESSAIS DE FATIGUE	
	A	B	C	D	E	Iso-statiques	Hyper-statiques
1	■	■	■	■	■	■	
2	■					■	■
3	■				■	■	
4	■		■				
5	■					■	
6	■				■		
7	■						
8	■						
9	■		■				
10	■						

Fig. 21.

1. Laminés bruts. — 2. Laminés percés de trous. — 3. Poutres composées de plats soudés. — 4. Poutres composées de plats rivés. — 5. Pièces rapportées sur les semelles de laminés. — 6. Influence de l'effort tranchant. — 7. Phénomènes de flambement. — 8. Sections dissymétriques. — 9. Sollicitations répétées ou ondulées. — 10. Sollicitations oscillantes ou alternées.
A. Isostatiques. — B. Poutres continues sur 4 appuis. — C. Poutres continues sur 3 appuis — D. Poutres encastrées. — E. Portiques.

nous venons juste de déposer une demande de dérogation concernant certaines catégories très limitées de ponts sous rails.

c) Vous connaissez le Règlement du Ministère de la Reconstruction, dénommé « Règles CM. 46 ». Une refonte importante est en cours. Les règles concernant les contraintes admissibles des poutres fléchies, à âme pleine, et de section constante, seront modifiées. J'ai proposé des valeurs plus élevées que celles qui ont été finalement retenues par la Commission. Quelques membres ont objecté la grandeur des flèches. A mon avis, les deux questions ne doivent pas être mélangées; chacune donne une limite et l'on doit prendre la plus basse.

Nous avons déjà des règles, tenant compte des phénomènes de plastification, pour les constructions statiquement indéterminées. La nouvelle étape consistera à majorer fictivement ⁽¹⁾ le module de résistance à la flexion des poutres ou des laminés de façon à augmenter en définitive les contraintes admissibles tant pour les poutres isostatiques que hyperstatiques.

(1) Je crois le procédé critiquable.

d) C'est ainsi que la nouvelle clause 3.37 spécifiera que le module de résistance $\frac{I}{v}$ peut être majoré fictivement de 15 % quand il n'y a pas de trous, ou quand les trous sont forés ou poinçonnés, puis alésés, et de 8 % quand les trous sont seulement poinçonnés. Quand il y a des trous il s'agit des modules de résistance en section nette.

Cette clause ne s'appliquera qu'aux poutres I, à âme pleine, et de section constante. Par conséquent, elle ne s'appliquera pas aux poutres renforcées par des semelles partielles (référence aux essais de Wilson; voir chapitre IV). Il a également été ajouté, à ma demande, que le flambement des semelles et de l'âme devrait être rendu impossible par des dispositifs adéquats.

En définitive, quand ce nouvel article 3.37 sera applicable, la contrainte normale admissible dans le cas général étant de 14,4 kg/mm² pour un métal acier doux charpente et acier doux, dont la limite d'élasticité est supposée mais non garantie être de 24 kg/mm², les contraintes normales admissibles pourront s'élever, pour une poutre statiquement déterminée, à :

$$1^{\circ} \quad 14,4 \times 1,15 = 16,6 \text{ kg/mm}^2$$

pour la section brute quand il n'y a pas de trous;
pour la section nette avec des trous forés ou alésés;

$$2^{\circ} \quad 14,4 \times 1,08 = 15,5 \text{ kg/mm}^2$$

pour la section nette avec des trous poinçonnés.

e) Il n'est pas aisé de donner des exemples pour les poutres statiquement indéterminées en raison de la

complexité des multiples règles de la théorie de la plastification de Dutheil. Une clause spécifiera d'ailleurs que ces règles sont données à titre d'exemple, mais que toute autre théorie plastique ayant fait ses preuves pourra être utilisée, sous la réserve, toutefois, qu'en aucun cas la limite d'élasticité ne pourra être dépassée quand les calculs sont faits par les théories habituelles de l'Elasticité et de la Résistance des Matériaux. J'appliquerai cette clause chaque fois que les différences entre l'expérience et les théories plastiques seront bien connues.

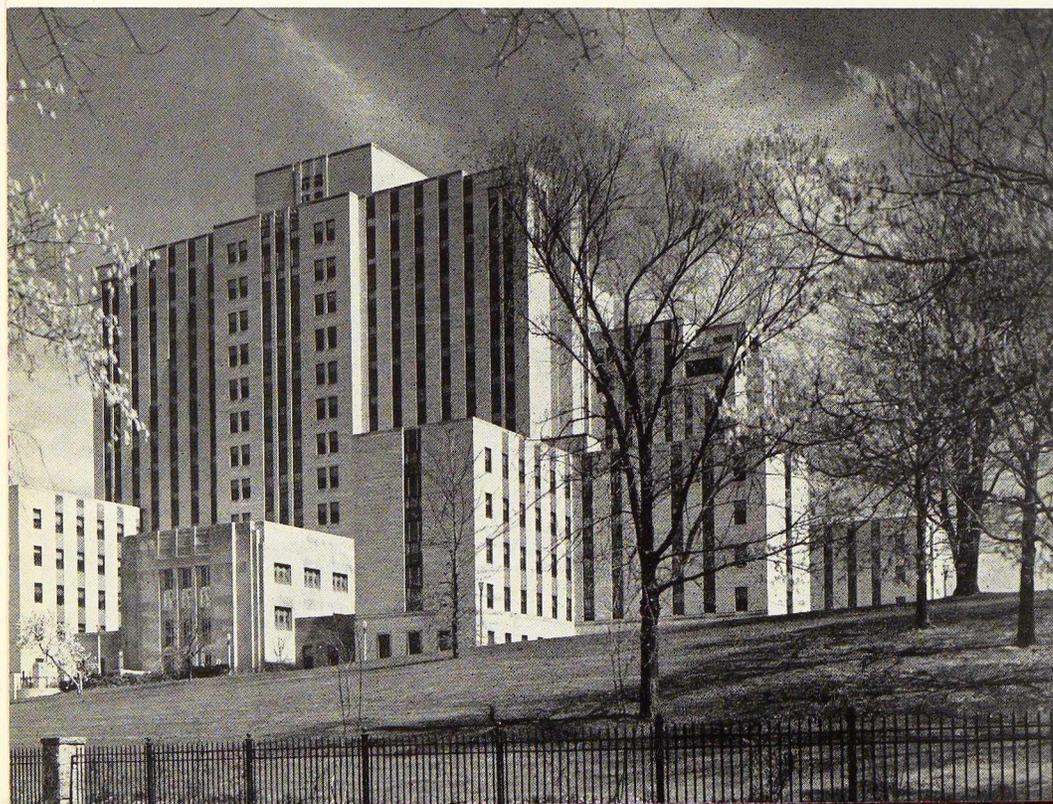
f) Pour les poutres statiquement déterminées, pour lesquelles la plupart des questions ont été résolues, je regrette qu'un plus grand pas n'ait pas été effectué pour des constructions spécifiées quand la marge de sécurité peut être nettement définie. A mon avis, l'avantage doit être donné, d'abord, aux sections sans trous, ensuite aux sections avec trous forés, pour lesquelles l'état ultime est l'état de ruine plastique et où l'augmentation des déformations permanentes donne des indications précises sur le développement de la plastification.

A. L.

Bibliographie des publications de l'auteur sur le même sujet :

A. LAZARD :

1. *Mémoires de l'A. I. P. C.*, Xe Volume, p. 101.
2. *Travaux*, mai 1950.
3. *Travaux*, novembre et décembre 1951.
4. *Quatrième Congrès de l'A. I. P. C.* (Cambridge et Londres, 1953).
Publication préliminaire, p. 123. *Publication finale*, p. 125.



Vue d'ensemble du très moderne hôpital de la U. S. Veterans' Administration à East Orange (New Jersey).

Architectes : Ziegler, Childs & Paulsen.

Ingénieur-Conseil : Lars I. Moe.

L'ossature en acier a été fabriquée et fournie par la « Bethlehem Steel Company ».

CHRONIQUE

Marché de l'acier pendant le mois de mars 1954

	Production acier lingot en tonnes		
	Belgique	Luxembourg	Total
Mars 1954	403 610	226 569	630 179
Février 1954	366 261	202 326	568 587
Janv.-Mars 1954	1 146 017	629 559	1 775 576
Jan.-Mars 1953	1 195 302	692 226	1 887 528

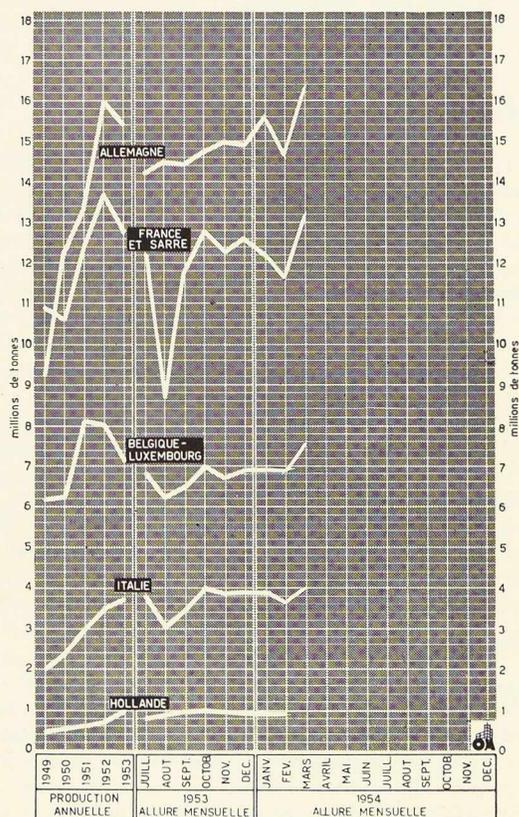


Fig. 1. Moyennes de production d'acier lingot des six pays de la Communauté Européenne Charbon-Acier (C. E. C. A.).

C. E. C. A.-C. E. E.

Le Conseil des Ministres de la C. E. C. A. a nommé membre du Comité Consultatif M. Léopold Bouvier, Directeur général des A. R. B. E. D. et Président du Groupement des Industries sidérurgiques luxembourgeoises, en remplacement de M. Chomé, démissionnaire.

D'autre part, M. F. Berg, Président de la Fédération des Industries allemandes vient de demander au Comité Consultatif de le décharger de son mandat.

M. P. Van der Rest, Président du Comité de l'Acier à Genève pendant l'année écoulée a été réélu à la même fonction.

Marché commun

Le léger accroissement de demandes enregistré vers la mi-février, peu après la publication des nouveaux barèmes, a fait place à un certain recul. Il semble que seuls les besoins urgents se soient traduits par des demandes et que les acheteurs restent sur l'expectative.

D'après les chiffres publiés par le C. E. E., la production d'acier en janvier-février a continué d'augmenter en Italie et aux Pays-Bas; par contre, elle est restée presque stationnaire, à un niveau légèrement inférieur à 1952, en Allemagne occidentale, en France, en Belgique, au Luxembourg et dans la Sarre.

Les pays de la C. E. C. A. ont produit en 1953 40 000 000 de t, soit 5 % de moins qu'en 1952. A titre de comparaison il faut considérer que les autres pays de l'Europe occidentale ont produit 23 000 000 de t (plus de 8 % par rapport à 1952), les Etats-Unis 101 000 000 de t (plus de 20 % par rapport à 1952) et le Japon 7 700 000 de t (plus de 20 % par rapport à 1952).

Depuis le 1^{er} avril, le prix de la ferraille sur le marché commun est libre : une Caisse de Compensation des ferrailles importées fonctionne à Bruxelles sous le contrôle de la Haute Autorité.

La quantité de ferraille importée de pays hors de la C. E. C. A. a été en 1953 de 3 % de la production alors qu'en 1952 elle avait atteint 6 % de la production de l'année.

Le prix de la ferraille et de la vieille fonte pratiqué dans la C. E. C. A. continue à baisser. La ferraille est également en baisse en Grande-Bretagne.

Le fléchissement du marché sidérurgique a entraîné, depuis août dernier, un certain recul dans la production luxembourgeoise qui n'a atteint en 1953 que 88,5 % de celle de 1952.

La production de minerai du Grand-Duché a été en février de 408 000 t contre 439 576 t en janvier.

En France, dans le cadre de la politique de spécialisation poursuivie par l'industrie sidérurgique pour abaisser ses prix de revient, la Compagnie des Forges d'Audincourt a conclu récemment avec la Société Lorraine-Escaut un accord de longue durée pour la fourniture des demi-produits. Aux termes de cette convention l'acier nécessaire à la fabrication des tôles laminées par la division sidérurgique d'Audincourt sera dorénavant entièrement fourni par les Usines de Lorraine-Escaut.

Tout en maintenant intégralement l'autonomie des deux Sociétés, la convention réalise une collaboration très poussée et une association d'intérêts qui permettront d'obtenir sur le plan technique une amélioration de la qualité des produits fabriqués en même temps qu'une réduction du prix de revient. Ces accords complètent donc, du côté de l'élaboration du métal, le programme de modernisation réalisé ces dernières années à Audincourt dans le domaine du laminage.

La sidérurgie lorraine de son côté prend des intérêts en Allemagne : un groupe sidérurgique français se serait rendu acquéreur de la mine de houille « Harpener » vendue en vertu des lois de déconcentration alliées. Le gouvernement français est favorable à l'opération et aiderait même financièrement en consentant un prêt au groupe acheteur : la Haute Autorité n'a pas encore pris position mais on estime qu'il lui serait difficile de s'opposer à cette acquisition.

D'autre part, les Forges d'Hennebont (Morbihan) viennent de recevoir d'Amérique le matériel destiné à leur nouveau train Steckel. La fabrication de la tôle à fer-blanc, qui sera produite à l'allure de 300 m à la minute, commencera vraisemblablement avant la fin de l'année.

Aux Pays-Bas, la production d'acier brut a atteint, en février, 70 600 t.

En Allemagne, l'Office de statistique de l'Allemagne occidentale annonce que la quantité d'acier produite dans la Fédération en mars dernier a atteint 1 362 336 t.

Le nouveau laminoir à tôles fortes et moyennes de Hüttenwerk Salzgitter est mis en marche : il produira mensuellement 35 à 40 000 t dans les épaisseurs de 3 à 40 mm et en 500 à 2 800 mm de largeur. Il comporte une cage décalamineuse, un train ébaucheur double duo suivi d'un train refouleur et d'un train finisseur.

En Italie, la division sidérurgique de la Société Fiat a été dotée de nouvelles installations de pro-

duction et de laminage qui comprennent trois fours à arc de 60 t, trois fours Martin de 50 t et trois de 100 t, un blooming de 1 100 mm, un train continu à billettes de 600 mm et un train de laminage à froid pour bandes de 80".

La construction métallique en Belgique

L'ensemble des usines affiliées à Fabrimétal ont expédié, en janvier dernier, 151 721 t de marchandises diverses, dont 64 273 t ont été exportées.

Dans ce chiffre de production les ponts et charpentes ont une part de 15 536 t et le matériel de chemin de fer et tramways de 10 509 t.

La S. N. C. B. se propose de faire construire une partie du matériel dont elle a besoin par ses arsenaux pour utiliser, dit-elle, le personnel en surnombre dont elle a la charge. De leur côté, les industriels, qui ont aussi du personnel à alimenter en travail, protestent contre cette tendance qui non seulement les priverait des commandes belges mais aussi de références précieuses pour leurs fournitures à l'étranger.

Marché d'exportation

Les pays exportateurs de la C. E. C. A., lesquels, ainsi qu'on le sait, sont liés par un accord de prix minima pour l'exportation à destination des pays tiers, se trouvent toujours en présence sur ces marchés de la concurrence britannique. La Grande-Bretagne a pu relâcher la plus grande partie des restrictions qu'elle avait appliquées à l'exportation des produits sidérurgiques, grâce à ses augmentations de production et à l'assainissement de son marché national.

Dans le domaine des prix, cette situation se reflète par des rajustements de cotations du côté britannique, en vue de se rapprocher des prix des usines continentales.

D'autre part, les Américains ont également réduit certains de leurs prix d'exportation (barres à béton, tôles galvanisées).

La sidérurgie dans le monde

Prévision de production pour 1958

Les prévisions basées sur les plans d'expansion en cours et les projets des divers pays font ressortir un changement d'équilibre de la production entre l'Est européen et le reste du monde. Les U. S. A. n'augmenteront vraisemblablement plus dans les prochaines années leur capacité de production, qui a déjà atteint 111 millions. La Grande-Bretagne vise à produire en 1958, 20 mil-

lions 1/2 et la C. E. C. A. 49 millions de tonnes. L'U. R. S. S., dont le plan comporte 60 millions de tonnes pour 1960, produira probablement 52 millions en 1958 et les pays satellites environ 11 ou 12 millions. Les nouveaux producteurs du Commonwealth atteindront vraisemblablement 11 millions de tonnes; quant aux pays de l'Amérique latine, on estime que leur production globale sera augmentée de un million de tonnes.

Grande-Bretagne

Les Britanniques semblent de moins en moins enclins à se joindre à la C. E. C. A. : tout en observant une attitude de sympathique intérêt, les sidérurgistes britanniques se retranchent en faisant état de leurs investissements récents et de leurs moyens de production puissants.

La production d'acier lingot dans le Royaume-Uni a atteint en février le chiffre de 18 577 000 t, en régression de 40 000 t par rapport à janvier.

Cette contraction semble due aux difficultés d'approvisionnement plutôt qu'à une régression de la demande : celle-ci reste forte car on s'attend à une augmentation comme conséquence de la hausse de 10 % intervenue dans les transports.

Etats-Unis

Les dirigeants de l'industrie sidérurgique américaine admettent qu'ils sont désappointés par les résultats de mars, qui est d'habitude un des meilleurs mois de l'année. Les usines ne travaillent plus qu'à 70 % et même moins de leur capacité et on reste persuadé que la consommation d'acier dépasse la production; on attend l'épuisement des stocks chez les clients. On fait d'ailleurs ressortir qu'étant donné la réduction des délais de livraison, il n'est plus nécessaire au constructeur de disposer d'un stock aussi important qu'auparavant.

Divers centres de production tels que Chicago, Pittsburg, Youngstown et Buffalo, envisagent cependant des réductions de production en présence du manque de demandes actuel. La *Bethlehem Steel Co.*, de son côté, annonce l'extinction d'un haut fourneau, ce qui ne lui en laissera plus en activité que 4 sur 7.

A l'exportation les prix américains sont réduits de 10 % environ. A l'intérieur, le prix des ferrailles continue à tomber et le prix de la tôle, à chaud et à froid, a été diminué par l'*U. S. Steel Corporation*.

Cependant, certains indices d'amélioration se font jour : l'automobile (Chrysler, Hudson) réengage du personnel et un lent mouvement d'augmentation des ordres enregistrés par les usines sidérurgiques se fait sentir.

Au cours de 1952, les U. S. A. ont importé 9 592 000 tonnes de minerai de fer, dont 1 875 000 venaient du Venezuela. Avec la mise en exploitation des mines du Cerro Bolivar, on compte que ce pays fournira 2 000 000 t de plus par an.

Suède

Le Consortium Grängesberg, qui fournit la majeure partie du minerai de fer exporté de Suède, envisage de porter de 11 à 18 millions de tonnes sa production annuelle.

Argentine

Une fourniture de 100 000 tonnes de rails qui devait être faite par la France (57 000 t) et le Japon (43 000 t) ne se fera peut être pas du fait de l'U. R. S. S. qui, en dernière minute, propose à l'Argentine de lui fournir 50 000 tonnes de rails (Martin) en échange d'huile de lin.

Brésil

La Compagnie Vale de Rio Doce, à elle seule, a extrait plus de 2 000 000 t de minerai et l'extraction ne cesse de croître : les exportations ont cependant fléchi en 1953 de 200 000 t par rapport à 1952. La production d'acier indigène a augmenté en conséquence et a atteint, pour l'an dernier 983 000 tonnes.

La production des produits plats en Europe

Le Secrétariat des Nations Unies a publié une très importante étude sur les perspectives européennes de production et de consommation des produits plats en acier. La production a, on le sait, augmenté considérablement depuis la mise en service des trains continus dans différents pays de la C. E. C. A. La consommation n'a pas tout à fait suivi et cependant les trains continus ne produisent pas encore à leur maximum de capacité, certaines installations complémentaires étant encore déficientes. Le rapport estime que dans les vingt prochaines années, la consommation en produits plats augmentera encore considérablement, car nous sommes loin du pourcentage qu'elle atteint en Amérique. Une raison pour laquelle les trains continus ne produisent pas à plein est qu'ils ne sont pas suffisamment alimentés et malgré cette pénurie théorique de matières premières, certains hauts fourneaux de la C. E. C. A. ont dû être éteints, n'arrivant pas à écouler leur production. Nous aurons donc en Europe une capacité de production excédentaire pendant quelques années : elle s'écoulera peu

à peu grâce à l'accroissement de la demande provoqué par la réduction du prix de revient.

Une comparaison des prix européens et américains montre que les tôles minces sont par rapport aux autres produits, sensiblement moins chères aux U. S. A. et que l'augmentation de prix intervenue dans ce pays ces dernières années a été moindre pour les produits minces que pour les autres produits. Les trains à larges bandes ont joué un rôle prépondérant dans la réduction du prix de revient, tout en assurant une production de qualité infiniment supérieure. Il en sera certainement de même en Europe.

6^e Foire Internationale de Liège

La grande manifestation industrielle liégeoise aura lieu cette année du 24 avril au 9 mai. Comme les années précédentes le matériel, les machines et les produits exposés seront présentés dans vingt groupes industriels, parmi lesquels figurent notamment les suivants : Matériel de mines — Fontes et Aciers — Ponts et charpentes — Constructions navales — Matériel roulant — Machines-outils, etc.

La 6^e Foire de Liège comportera également cinq expositions spécialisées à savoir : Matériel pour la production et pour les utilisations du charbon — Matériel pour les traitements thermiques des métaux — Matériel de lubrification — Salon de la navigation intérieure — Matériel pour le traitement et les utilisations de l'eau.

La forme rationnelle, l'harmonie des lignes et l'aspect extérieur des fabrications industrielles

retiennent de plus en plus l'intérêt des acheteurs et influencent directement la vente. Un Salon « Art et Travail » consacré à ce sujet d'actualité aura lieu dans le cadre de la Foire. A noter également l'exposition « La Beauté de l'Acier » organisée par le C. B. L. I. A. avec le concours de l'architecte Dr. P. Mahlberg, dont le but est de souligner l'importance de l'« Industrial Design » dans les fabrications industrielles.

Au calendrier des journées d'études figurent les Journées du Centre Belge d'Etude et de Documentation des Eaux (27-29 avril), les Journées de la Navigation Mosane (30 avril-2 mai), Journées des transports frigorifiques (3 et 4 mai), Journées de traitements thermiques des métaux, organisées par l'A. I. Lg. (3-5 mai), conférence internationale sur la gazéification intégrale de la houille (3-8 mai), Journées de la lubrification (6-8 mai).

Comme chaque année, l'*Ossature Métallique* publiera dans son n^o 6-1954 un compte rendu de la Foire. On y trouvera également un article détaillé sur l'exposition « La Beauté de l'Acier ».

Colloquium d'« Industrial Design »

Sous le patronage de la Fédération des Industries belges (F. I. B.) un colloquium d'*Industrial Design* aura lieu à la Foire internationale de Liège le 3 mai 1954.

Au cours de ce colloquium les participants visiteront les expositions consacrées à l'*Industrial Design* :

— La Beauté de l'Acier, exposition organisée par le C. B. L. I. A., sous la direction artistique du Dr P. Mahlberg;

— Problèmes d'*Industrial Design*, avec la participation officielle de la Society of Industrial Designers;

— Qu'est-ce que le Design ? Exposition organisée par la Foire Internationale de Liège.

Ce colloquium comprendra en outre une série de conférences auxquelles prendront part notamment :

MM. M. Bill, Directeur de la Hochschule für Gestaltung, Ulm;

E. Bonfante, Conseiller esthétique des Usines Olivetti, Ivrea;

Ir. L. C. Kalff, General Art Director de la S. A. Philips, Eindhoven;

Fig. 2. M. Rey, Ministre des Affaires Economiques, visitant l'Exposition « La Beauté de l'Acier » à Liège.

Photo D. Daniel.



Dr Mahlberg, Architecte-Conseiller du Centre allemand d'Information de l'Acier, Dusseldorf;

M. P. Muller-Munk, Président honoraire de la *Society of Industrial Designers*, Pittsburgh;

M. K. Sanders, Directeur de l'Institut voor Industriële Vormgeving, Amsterdam;

M. de Cunchy, Directeur général de l'Office du Commerce extérieur de Belgique;

M. L. Stijnen, Directeur de l'Institut de la Cambre, Bruxelles.

La Mission économique belge en Colombie, Equateur et Pérou

Une mission économique belge envoyée par le Gouvernement et présidée par M. Maurice Huvelle vient d'effectuer un voyage d'étude en Amérique latine. Elle a visité successivement, du 11 mars au 13 avril, la Colombie, l'Equateur et le Pérou⁽¹⁾. Avant cela, certains de ses membres s'étaient rendus à Panama afin d'étudier les conditions du marché et de recueillir des informations sur la zone franche.

A l'issue du séjour de la mission à Lima, le président et quelques membres de la mission ont également visité le Chili.

Composée essentiellement d'hommes d'affaires et de délégués des groupements professionnels, la mission représentait pratiquement tous les secteurs importants de l'industrie belge : la sidérurgie, les fabrications métalliques, l'industrie textile, les industries des produits chimiques, pharmaceutiques et photographiques. Elle comprenait également des représentants des banques ainsi que du commerce d'exportation et d'importation.

Le but de la mission était double. Elle avait pour objet de faire connaître dans les pays visités les ressources, les qualités et les progrès de la production belge et d'y recueillir pour les différents secteurs représentés des informations sur les débouchés offerts : en d'autres termes, la mission présentait à la fois un caractère de propagande commerciale et de notoriété en même temps qu'elle avait à remplir une tâche de prospection.

Il est certain que la plupart des républiques de l'Amérique latine, qui ont été coupées de la Belgique pendant les quatre années de guerre, n'ont plus une idée suffisante de ce que la Belgique est en mesure de leur fournir. Elles ont connu d'autre part pendant cette période et pendant les années d'après-guerre une importante évolution économique dont il est difficile d'apprécier l'ampleur, si ce n'est en se rendant sur place.

La mission économique belge vient à peine de rentrer et il est évidemment trop tôt pour connaître la portée exacte des informations qu'elle a pu recueillir. Celles-ci, de même que les conclusions du président de la mission feront d'ailleurs l'objet d'un rapport circonstancié présenté au Gouvernement.

(1) La mission était composée de : MM. M. Huvelle, Président de la mission; M. Schröder, Directeur gérant de la S. A. Comélec; G. Dujardin, Directeur à la S. A. Travail Mécanique de la Tôle; J. Dutrannoit, Administrateur des Ateliers Dutrannoit; A. Waterkeyn, Directeur à la Fabrimétal; A. Hanus, Directeur de l'Association des Fabricants de Produits Chimiques Organiques; Van Gestel, Directeur à la S. A. Photos-Produits Gevaert; E. Renette, Délégué de la Banque de Société Générale de Belgique; R. Rolin-Jaequemyns, Délégué de la Banque de Bruxelles; R. Peuskens, Délégué de la Kredietbank; R. Bekaert, Directeur des Etablissements Steverlynck Frères; E. Greiner, Directeur du Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier; L. A. Waterkeyn, Fondé de pouvoirs de la S. A. Bracht et Cie; C. Morraye, Délégué de l'Association Belge des Négociants Exportateurs et Importateurs; A. Tihon, Directeur commercial des Anc. Ets. H. Dresse; M. Fonteyne, Conseiller adjoint; E. Reyntiens, Secrétaire d'administration à l'Office belge du Commerce extérieur.

Fig. 3. Groupe de personnalités belges et sud-américaines au cours d'une réception donnée par la Mission économique belge à Guayaquil (Equateur). Au centre, M. Maurice Huvelle, Président, ayant à sa droite l'Alcade de Guayaquil et à sa gauche le Gouverneur de la province et le Ministre de Belgique à Quito, M. Guy de Caritat de Peruzzis.



Il est permis de dire toutefois que dans tous les pays visités elle a rencontré auprès des autorités et des milieux commerciaux, le plus grand intérêt et le plus chaleureux accueil. Elle a pu recueillir également des informations qui, pour certains secteurs, font apparaître des perspectives assez encourageantes. La Colombie, principalement, le Pérou et, dans une mesure moindre, l'Equateur font un effort important en vue de développer et surtout de diversifier davantage la structure de leur économie. Cela sous-entend des besoins relativement importants en capitaux et en matériel, auxquels la Belgique peut s'intéresser.

On a pu se rendre compte sur place que de nombreux pays concurrents du nôtre se préoccupaient des possibilités qui s'ouvrent ainsi dans le cadre des programmes de développement, et font un effort très méthodique de pénétration tant sur le plan commercial que sur le plan financier.

On peut espérer raisonnablement que le climat favorable créé par le passage de la mission économique belge en Colombie, en Equateur et au Pérou, est de nature à faciliter l'action commerciale de la Belgique sur la base des indications recueillies.

Il convient de rendre hommage au dynamique président M. Maurice Huvelle. Son efficience et son affabilité ont créé un climat très favorable, qui a grandement contribué au succès de la mission.

Commémoration de la mort de Sir Henry M. Stanley, 1904-1954

En commémoration du 50^e anniversaire du décès de Sir Henry Stanley, une séance académique aura lieu au Musée Royal du Congo belge à Tervueren, le lundi 10 mai, à 16 heures.

Lors de cette séance, des discours seront prononcés par : le Ministre des Colonies ainsi que par MM. P. Ryckmans, Gouverneur général honoraire du Congo belge; L. Van der Essen, Secrétaire général et Professeur à l'Université de Louvain; R. Cambier, Membre titulaire de l'Institut royal colonial belge; J. Stengers, Professeur à l'Université de Bruxelles; F. Van der Linden, Président de l'Association de la Presse coloniale.

Chevalement des Charbonnages du Hainaut

La Société Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi vient d'achever le montage du chevalement du puits IIIbis des Charbonnages du Hainaut à Tertre (fig. 4). Les caractéristiques principales de ce chevalement sont les suivantes :

Poids total : environ 275 t.

Hauteur du sol à l'axe des molettes : 37,50 m.

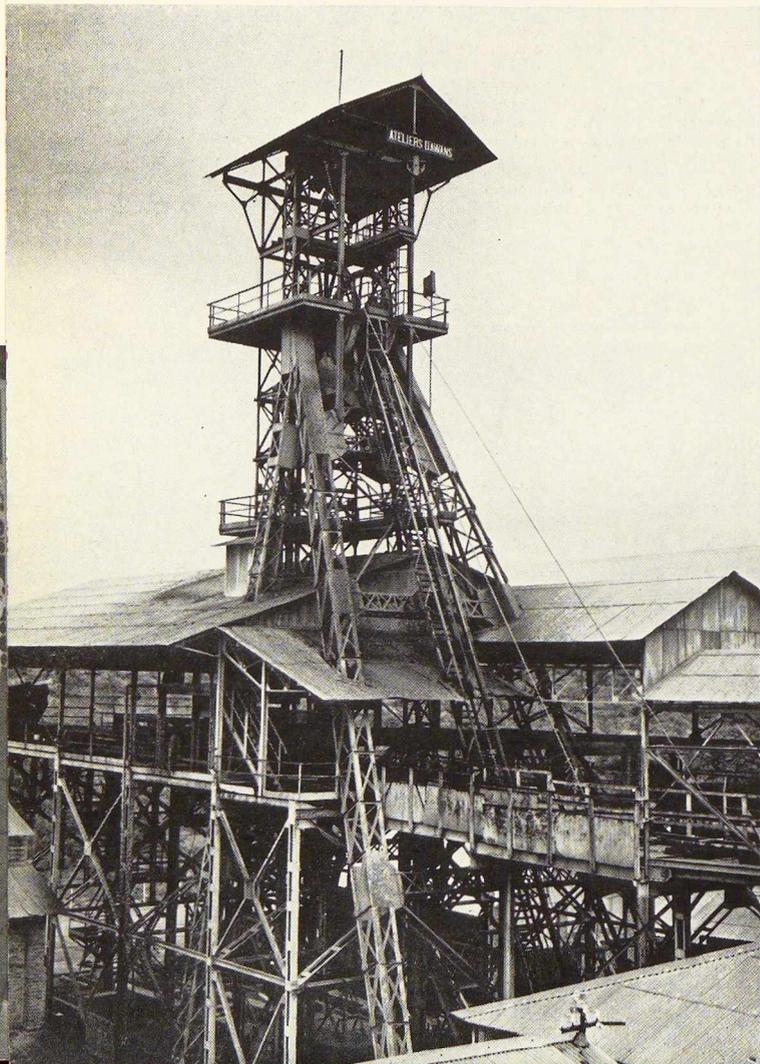
Distance de l'axe du puits à l'axe des pieds des poussards : 25 m.

Ecartement des pieds des poussards : 14 m.

Faux-carré de 4 m \times 4 m.

Le faux-carré et les poussards sont de construction soudée à nœuds rigides. Le nouveau châssis a été monté au-dessus du châssis à molettes d'entretien existant et ce dernier n'a pu être mis hors service qu'au moment de la mise en exploitation par skips du nouveau chevalement.

Fig. 4. Chevalement métallique soudé construit au puits IIIbis des charbonnages du Hainaut à Tertre.
Photo G. M.



Chronique du Congo Belge

L'axe routier Kwango-Kasai

Le Professeur Verdeyen, Administrateur-Directeur de la Compagnie africaine des Ingénieurs-Conseils (Cadic), est rentré au début d'avril d'un voyage au Congo Belge au cours duquel il a inspecté les tracés de l'axe routier Kwango-Kasai qui fait partie de la liaison Léopoldville-Bukavu.

On sait que le Ministère des Colonies a chargé la Cadic de l'étude d'un tronçon routier d'environ 700 km de longueur qui débute au Nord de Takundi sur le Kwango et qui passe ensuite par Kenge, Masi-Manimba, Kikwit, un point situé à 7 km d'Idiofa, Katembo et Bashi-Shombe sur le Kasai.

La route franchit vingt-deux rivières et de nombreux ouvrages d'art sont prévus. Parmi les principaux on peut citer : un pont sur le Kwango de 220 m, un pont sur la Mwamba à Kenge de 90 m, un pont sur l'Inzia de 80 m, un pont sur le Kwilu à Kikwit de 150 m et un pont sur la Loange de 140 m.

La plupart de ces ouvrages seront métalliques.

Le tracé de la route passe en certains endroits dans un terrain difficile et accidenté avec des différences de niveau variant de 350 à 700 m sur quelques kilomètres. Malgré ces difficultés aucune pente ne dépassera 7 % et les rayons de courbures imposés par la Colonie seront respectés.

Les études sont menées en trois stades :

- 1° Reconnaissance du terrain;
- 2° Etude du tracé définitif;
- 3° Pose des bornes et étude des ouvrages d'art.

Le premier stade de reconnaissance est actuellement terminé et a pu être mené à bien rapidement grâce à l'examen de photos aériennes fournies par l'Institut géographique du Congo Belge. C'est la première fois que des études routières ont pu s'appuyer sur des documents de ce genre au Congo.

Le second stade des études va être commencé fin avril et la Cadic dispose pour mener à bien cette tâche de deux ingénieurs civils, de trois équipes de trois topographes et d'un spécialiste de la mécanique des sols.

Fig. 2. Un aspect de l'usine pour le traitement des noix de palme construite aux plantations de la Bosondjo, dans la région de Lisala.



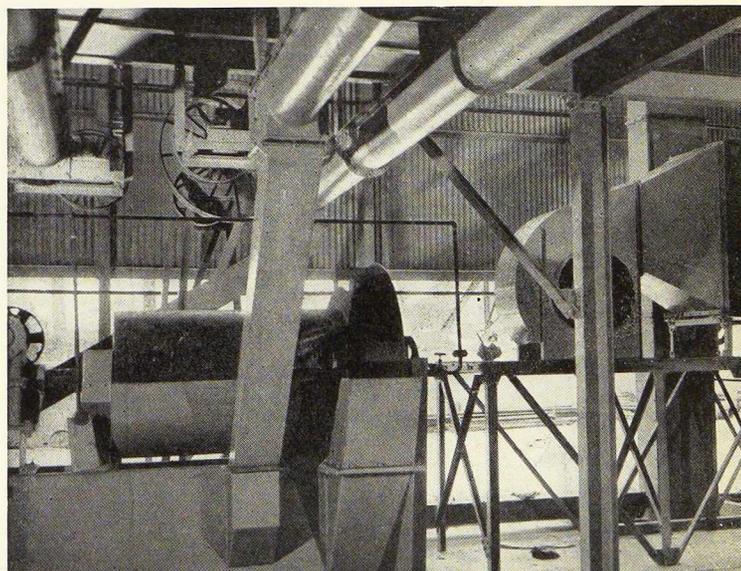
Photo H. Goldstein.

Fig. 1. Châssis à molettes de la mine « Prince Léopold » exploitée à Kipushi, à 35 km d'Elisabethville, par l'U. M. H. K.

Constructeur : S. A. Awans-François.

Fig. 2.

Documents C. I. D. - Photo J. Mulders.



Bibliothèque

Nouvelles entrées (1)

Mémoires de l'A. I. P. C., vol. XIII, 1953

Un ouvrage de 366 pages, format 17 × 24 cm, illustré de nombreuses figures. Edité par Verlag Leemann, Zurich, 1953.

Le 13^e volume des Mémoires de l'A. I. P. C. contient 19 communications d'un haut standard technique dont 5 en français, 6 en allemand et 8 en anglais.

Les titres des communications intéressant la construction métallique sont notamment les suivants :

Appareil électrique pour la détermination des moments fléchissants et des efforts tranchants exercés par des systèmes de charges mobiles sur des poutres de portée quelconque (E. K. Bridge);

Poutre sur appui continu élastique (L. Hahn);

Adaptations plastiques au bord des surfaces de révolution (F. Levi);

Essais d'adaptation et de stabilisation plastiques sur des poutrelles laminées (Ch. Massonnet);

Calcul des parois minces continues par approximations successives (G. Oravas);

Formules approchées concernant le flambage des barres soumises à un effort longitudinal linéairement variable (F. Reinstzhuber);

Contribution à la théorie de plasticité (F. Stüssi).

Code de Construction des récipients sous pression non soumis à l'action de la flamme, 2^e édition

Un volume relié de 566 pages, format 13 × 21 cm, illustré de nombreuses figures. Edité par Sedom, Paris, 1954. Prix : 1 800 francs français.

La première édition de ce Code a paru en 1943. L'évolution des techniques ainsi que des méthodes et des moyens de production rendait nécessaire une révision complète de l'ouvrage.

La nouvelle édition du Code est le résultat des efforts coordonnés de constructeurs et d'organismes officiels ou privés.

Cet ouvrage, qui constitue un bon outil de travail de multiples industries, est divisé en cinq parties : Caractéristiques des matériaux — Règles de calcul — Règles de dessin — Règles de mise en œuvre — Contrôle et recettes.

(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.

Le C. B. L. I. A. est à la disposition des lecteurs pour leur procurer les ouvrages qu'ils voudraient acquérir.

Berechnung von einfachen und mehrfachen Rautenträger (Calcul des poutres losanges simples et multiples)

par Dr. Ing. Maria ESSLINGER.

Un volume de 117 pages, format 19 × 28 cm, illustré de 72 figures. Edité par Springer Verlag, Berlin, 1953. Prix : 15 DM.

Cette intéressante étude examine le cas des poutres de pont avec tablier inférieur. Les forces sollicitantes sont décomposées en forces principales antimétriques qui font apparaître dans les barres des efforts normaux déterminés par les équations habituelles de la statique et en forces secondaires qui provoquent dans le système des efforts normaux et des moments donnant lieu à une étude d'hyperstatiques. Trois méthodes de calcul sont indiquées pour cette étude et pour l'établissement des lignes d'influence. On trouve en annexe des nombreux tableaux fournissant les ordonnées des lignes d'influence des efforts normaux, des moments et des déplacements des nœuds du système.

H. S.

Die Lichtbogen-Schweissung (La soudure à l'arc)

par F. WUTTKE.

Un volume de 197 pages, format 11,5 × 15,5 cm, illustré de 42 figures. Edité par Carl Marhold, Halle/S. (Allemagne), 1953.

Un petit ouvrage de vulgarisation sur la soudure à l'arc. Ensemble de questions très simples et de réponses clairement exposées sur l'acier, sur l'appareillage du soudeur, sur l'exécution des soudures, sur les essais et défauts des pièces soudées, etc. Quelques renseignements également sur le soudage des métaux autres que l'acier.

Famous Bridges of the World (Ponts célèbres dans le monde)

par D. B. STEINMAN.

Un volume relié de 100 pages, format 20 × 26 cm, illustré de nombreuses figures. Edité par Random House, New-York, 1954. Prix : \$ 1.75.

Le grand spécialiste américain D. B. Steinman, qui a construit au cours de sa carrière plusieurs ponts remarquables, a écrit à l'intention des jeunes un livre sur les ouvrages d'art. Ce livre, excellentement illustré par K. Wiese, raconte par le texte et l'image, l'attachante histoire des plus célèbres ponts du monde.