

L'OSSATURE MÉTALLIQUE

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER

éditée par

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

38, boul. Bischoffsheim, Bruxelles - Téléph. : 17.16.63 (2 lignes)
Chèques post. : 340.17 - Adr. télégr. : « Ossature-Bruxelles »

13^e ANNÉE

N° 6 - JUIN 1948

S O M M A I R E

La reconstruction de la coupole du Palais de Justice à Bruxelles, par A. Storrer	261
Le pont de Lustin, sur la Meuse	271
Renflouage du navire « Prins Willem V », par C. Klip	275
Ponts métalliques de faible portée en Grande-Bretagne	278
Relèvement d'un derrick de montage	283
Le calcul des profils en tôle mince pliée	286
Les exportations belgo-luxembourgeoises. Prévisions et part de la métallurgie, par J. Mahaim	296
CHRONIQUE : Le marché de l'acier pendant le mois d'avril 1948. - Voyage d'études en Hollande. - L'acier et le cinéma	304
BIBLIOTHÈQUE	307
BIBLIOGRAPHIE	308

ABONNEMENTS 1948 (11 numéros) :

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

France et ses Colonies : 1.600 francs français, payables au dépositaire général
pour la France : Librairie des Sciences, GIRARDOT & Cie, 27, quai des
Grands-Augustins, Paris 6^e (Compte chèques postaux : Paris n° 1760.73).

Etats-Unis d'Amérique et leurs possessions : 8 dollars, payables à M. Léon
G. RUCQUOI, Technical Consultant to the Steel and Mechanical Indus-
tries of Belgium & 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 25,-,
France : francs français 180,-; **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**.



tous les techniciens s'accordent pour dire...

QUE les électrodes **OK** constituent un élément remarquable pour la réussite de n'importe quelle construction soudée.

Non seulement leurs propriétés mécaniques sont excellentes, mais elles s'imposent par l'équilibre harmonieux de leurs caractéristiques technologiques...

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



ESAB

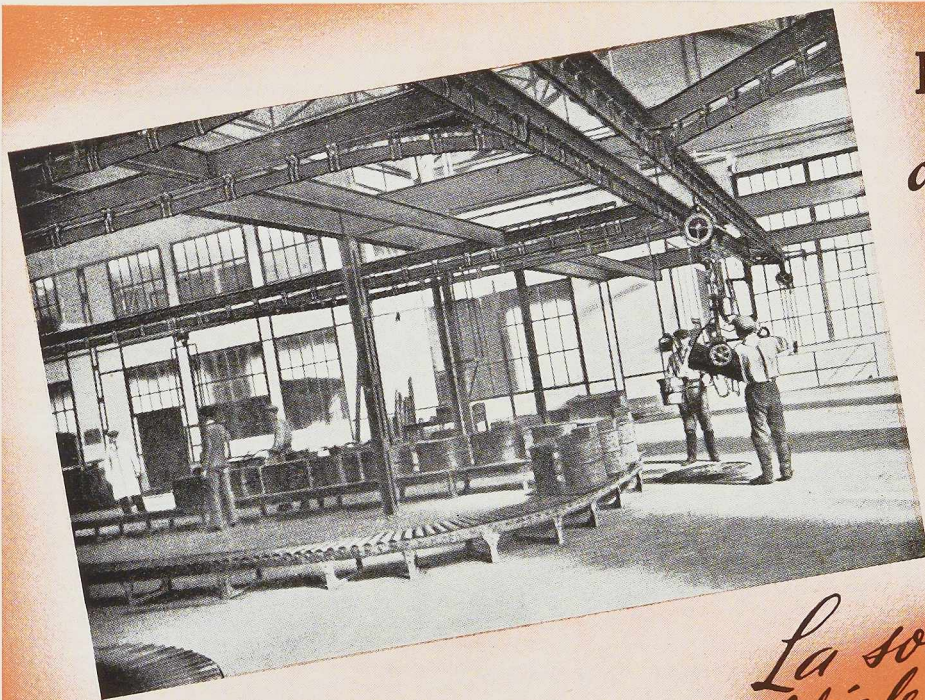
SOCIÉTÉ ANONYME

116 - 118, RUE STEPHENSON

BRUXELLES - TÉLÉPHONE : 15.91.26

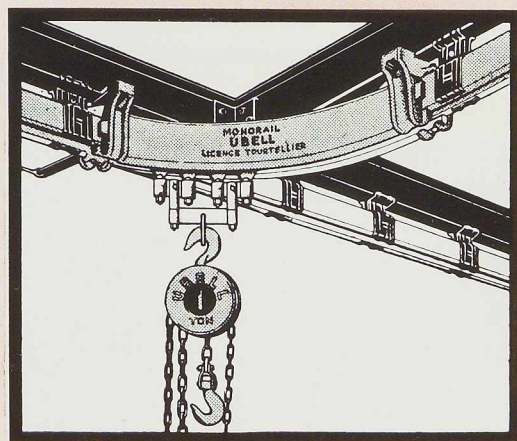


FILCTRO SOUDURE AUTOGENE BELGE S. A.

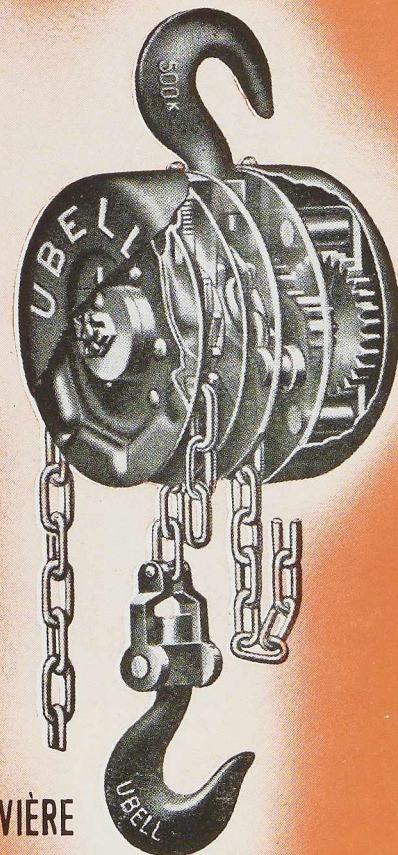


REDUISEZ
de 50 à 85%
VOS FRAIS
DE MANU-
TENTION

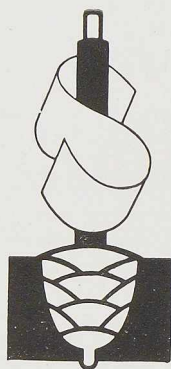
*La solution
idéale de tous
vos problèmes
de manutention!*



UTILISEZ LE
MONORAIL
TUBULAIRE
U BELL
LICENCE TOURTELLIER
COMBINÉ AVEC LE
PALAN U BELL



DEMANDEZ LA NOTICE DÉTAILLÉE
S. A. USINES, BOULONNERIES ET ETIRAGES • LA LOUVIÈRE



CITOFIXE

UNE ELECTRODE IDEALE POUR LE
SOUDAGE A L'ARC DES TOLES MINCES
ET CHARPENTES LEGERES

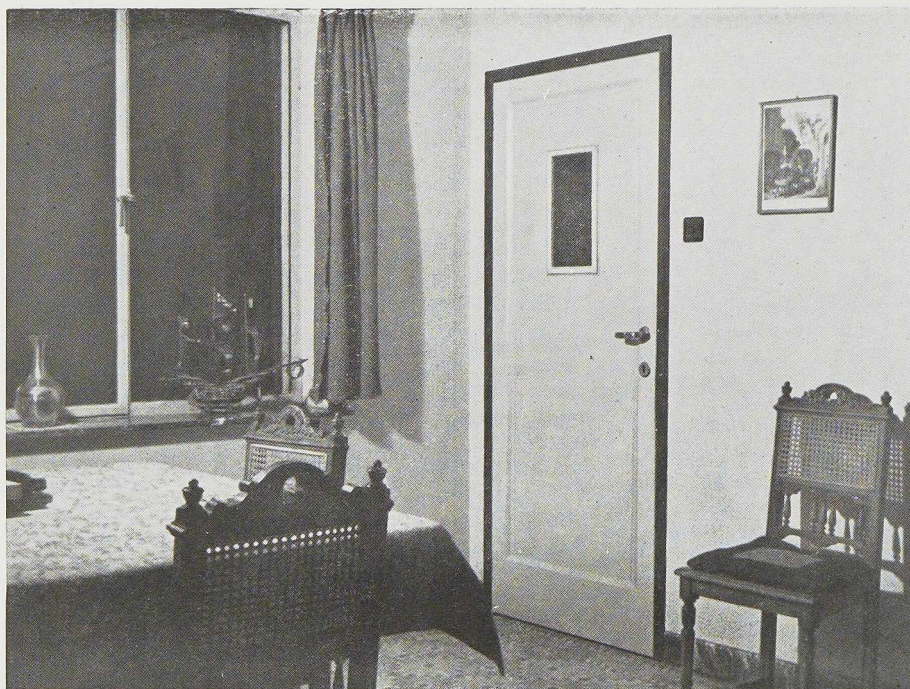
DOCUMENTATION ET ECHANTILLONS SUR DEMANDE

SOUDOMETAL

SOCIETE ANONYME

CHAUSSÉE DE RUYSBROECK, 83 — FOREST-BRUXELLES — TÉL. : 43.45.65

LÉGÈRES



RIGIDES

PORTES MÉTALLIQUES « STANDARDISÉES » POUR L'INTÉRIEUR

S. A. ATELIERS **VANDERPLANCK** FAYT-LEZ-MANAGE

L'OSSATURE MÉTALLIQUE

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER

13^e ANNÉE - N° 6

JUIN 1948



La reconstruction de la coupole du Palais de Justice de Bruxelles

par **A. Storrer,**

Ingénieur Civil-Architecte A. I. G.,
Conservateur du Palais de Justice

Le 3 septembre 1944 vers midi et demi, soit quelques heures avant la libération de la capitale, l'ennemi mit le feu au dôme en y accumulant des fûts d'essence et des charges d'explosifs. En peu de temps, la vaste coupole qui dominait fièrement la ville s'écroula dans un fracas épouvantable.

Vers 17 heures les Allemands, non satisfaits de leur premier forfait, firent sauter les sous-sols à l'angle Sud-Est de l'édifice. Le feu se propagea avec une vitesse vertigineuse par suite de l'explosion de bombes incendiaires et de bombes électrons déposées en de nombreux endroits.

Cet incendie perpétré sciemment a occasionné des dégâts énormes dans la partie arrière du bâtiment et dans la salle des Pas-Perdus qui, par suite de l'effondrement de la coupole, formait une puissante cheminée d'aspiration. Grâce aux efforts des pompiers et après deux jours de lutte au cours desquels plusieurs d'entre eux furent blessés, les locaux situés dans les ailes Nord et Ouest du Palais purent être préservés.

Hélas, peu de semaines après l'incendie, une autre catastrophe devait frapper l'édifice. Le 8 novembre 1944, à 5 1/2 heures du matin, une bombe volante éclata à quelques mètres des rampes longeant la rue des Minimes, provoquant d'immenses désordres à tous les locaux non atteints par l'incendie.

Malgré ses horribles mutilations, le temple de Thémis se maintint fièrement sur son promontoire. Le dôme, quoique décapité, résista aux déflagrations et aux secousses auxquelles il fut soumis.

La stabilité de celui-ci donna cependant lieu, au moment de sa construction, à de vives appréhensions, vu sa masse énorme et son poids estimé à 34 000 tonnes. Comme le montrent les photographies insérées dans cet article, le dôme ne comporte pas seulement la coupole proprement dite, mais également un stylobate, une série de gradins sur lesquels porte la base (ayant ensemble une hauteur de 9 mètres), deux rangs de piliers et de colonnes superposés ayant, avec l'en-

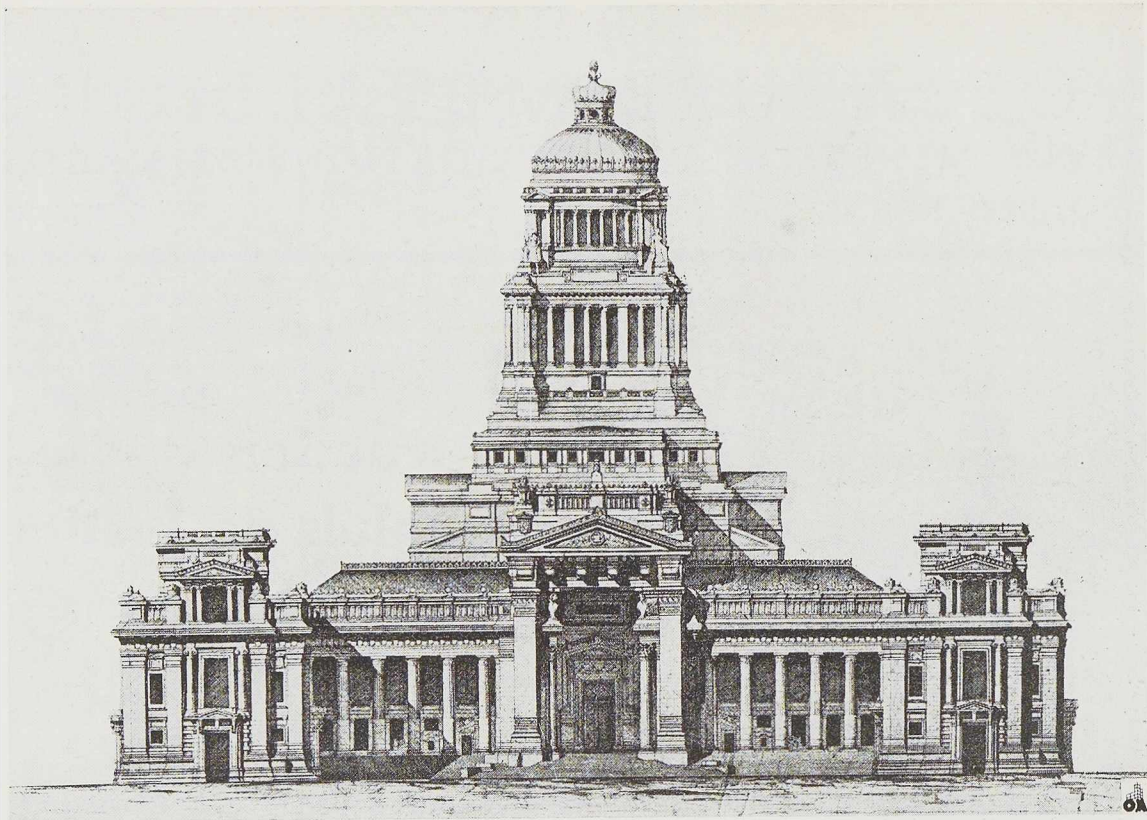


Fig. 359. - Vue en élévation du Palais de Justice de Bruxelles, œuvre de l'architecte Poelaert.

tablement qui le couronne, une hauteur totale de 27 mètres.

Contrairement à ce que l'on remarque généralement dans la construction des dômes, l'architecte Poelaert, pour asseoir le dôme du Palais de Justice, n'a pas eu recours à un petit nombre de grands massifs de maçonnerie, il a préféré multiplier les points d'appui en donnant à tous des dimensions réduites et en harmonie avec les règles architectoniques.

Cette combinaison donne à la salle des Pas-Perdus les proportions grandioses et les apparences de hardiesse qui la distinguent de toutes les constructions similaires.

Les appuis du dôme sont au nombre de vingt-quatre, répartis en quatre groupes placés autour des quatre grands piliers centraux destinés à porter la coupole.

La hauteur de ces piliers étant de 43^m90, on a dû, pour les maintenir dans une verticalité absolue, les relier par des longerons placés à trois étages différents à des hauteurs variant de 24^m65 à 47^m90 au-dessus du pavement de la salle des Pas-Perdus. Ces travaux ont exigé la mise en

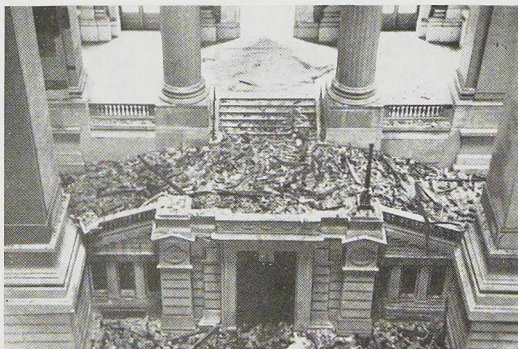
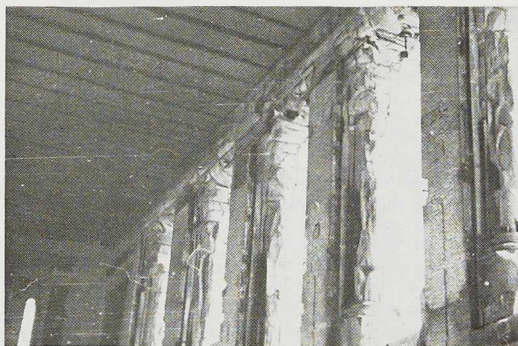
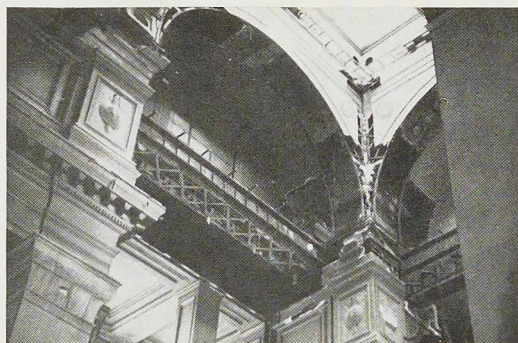
place de 172 longerons métalliques, pesant ensemble 4 100 tonnes et dont les poids ont varié par longeron de 5 à 94 tonnes.

Les quatre piliers principaux construits en pierre bleue du pays, avec lits et joints parfaitement dressés sans démaigrissement, ont une section carrée de 2^m40 de côté et supportent une charge globale à la base de 4 600 tonnes, soit 80 kilogrammes par centimètre carré ou 1/8 de la charge d'écrasement. Les fondations sur lesquelles chaque pilier s'élève ont la forme d'un tronc de pyramide de 15 mètres de hauteur en contrebas du sol des caves et dont la base a une superficie de 100 mètres carrés.

En dehors des dégradations d'enduits et des quelques calcinations superficielles de pierres de taille, les appuis du dôme ont peu souffert des sinistres des mois de septembre et de novembre. Il n'en est malheureusement pas de même des murs, corniches, cintres, plafonds et motifs décoratifs de l'immense salle des Pas-Perdus dont la restauration entraînera une dépense estimée à plus de 15 millions de francs.

Quant au dôme, il a, comme dit ci-devant,





Photos Kaiser

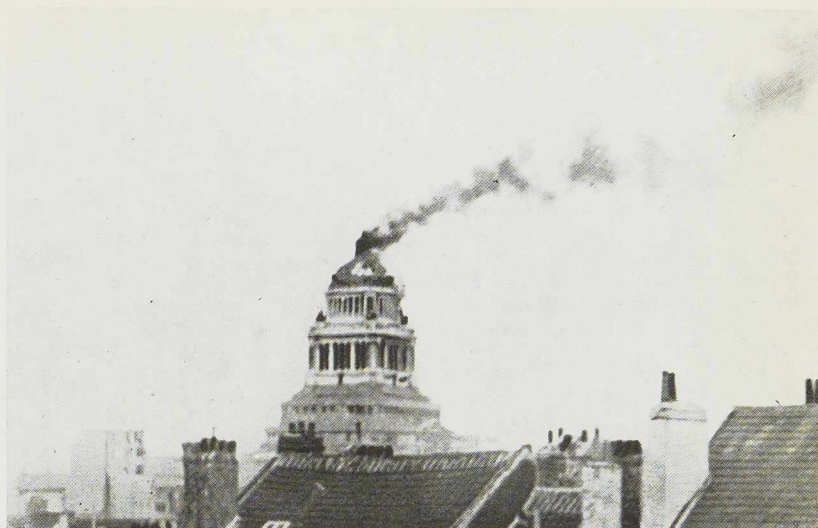


Fig. 360. Incendie du Palais de Justice, le 3 septembre 1944.
Document « Parquet de Bruxelles »

subi d'énormes avaries. Les travaux y relatifs ont été mis en adjudication au début de l'année 1947. Ceux-ci comprenaient non seulement la fourniture et le placement de l'ossature en fer de la coupole proprement dite, mais également la remise en état de l'immense voûte métallique dont l'intrados est visible de la salle des Pas-Perdus.

L'incendie du 3 septembre 1944 a occasionné à ce dernier ouvrage de graves détériorations. Des cintres de plus de 15 mètres de développement ont dû être redressés et des pièces pesant jusqu'à 2 000 kilos ont dû être remplacées. Ce n'est qu'après l'exécution de ce travail de remise en état que l'on a pu procéder au montage de la charpente visible de l'extérieur.

Tous ces travaux ont été effectués sans le moindre accident, ce qui prouve que la dextérité et le savoir-faire de la main-d'œuvre belge, loin de diminuer en qualité, s'est sérieusement améliorée. Les ouvriers monteurs et soudeurs de la Firme Jean Van Laere de Berchem-Sainte-Agathe, ont voulu fêter l'achèvement de leur travail en plantant, suivant une charmante coutume, un immense sapin au sommet de l'édifice.

Fig. 361-364. Aspects du Palais de Justice après l'incendie. De haut en bas : partie haute de la salle des pas perdus; baies de fenêtres du greffe du tribunal de commerce; un des escaliers de la salle des pas perdus; la cour d'assises.





Document « Face à main ».

Fig. 365. Vue du dôme après l'incendie.

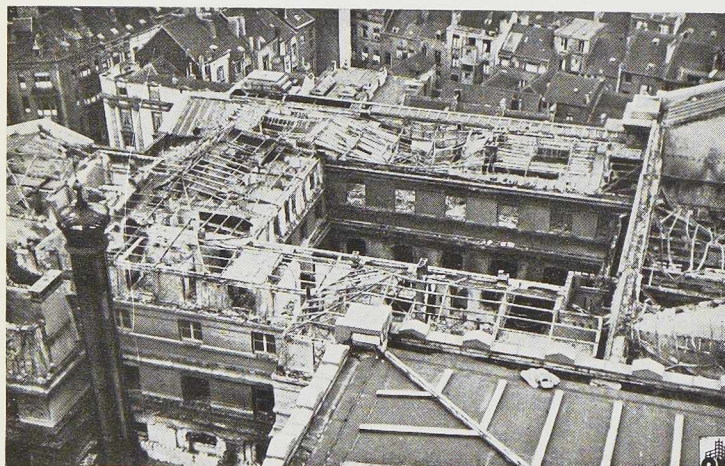


Photo Kaiser

La coupole

Pour se donner une idée de l'importance du travail exécuté, il suffit de noter que le poids de l'ouvrage atteint 45 tonnes et que la hauteur totale de celui-ci est de 19 mètres, soit la hauteur d'un immeuble de rapport de cinq étages.

L'ossature de la coupole se compose de cintres en fer constitués de poutrelles en treillis formant à leur base un cercle de 17^m20 de diamètre. Le crétage qui l'entourne a une longueur de 60 mètres.

A 10^m10 au-dessus de la base de la coupole s'élève le campanille qui présente une hauteur de 8^m90 et un diamètre de 4^m30.

La charpente du dôme étant soumise à des efforts très importants et toutes les pièces étant soudées l'une à l'autre, l'assemblage de celles-ci a fait l'objet d'un contrôle sévère de la part de M. Dehan, ingénieur, tant à l'usine qu'au chantier.

A remarquer que la coupole primitive était rivée. L'emploi de la soudure a permis un gain de matière de 15 %. De plus, grâce à la suppression des frais de main-d'œuvre qu'auraient entraînés le traçage des trous de rivets et l'exécution de ces trous et du cintrage des cornières d'assemblage, la construction soudée a donné lieu à une économie de 30 % sur le prix de revient.

C'est M. A. Nicaise, ingénieur au bureau d'études « Philips Soudure », qui a établi les calculs de stabilité sous le contrôle de MM. Louis et De Troch, respectivement Ingénieur en chef, Directeur et Ingénieur des Ponts et Chaussées (1).

Les calculs ont été basés sur la théorie ordinaire des arcs non articulés. Nous donnons à titre indicatif à la figure 375, page 268, le diagramme des moments fléchissants dus au vent et aux charges statiques.

Le croquis de la figure 377 permet de comparer l'ancienne membrure rivée avec le profil simple de la nouvelle membrure. Il illustre de la meilleure façon l'économie de matière réalisée.

Les dimensions des fers T que l'on trouve normalement dans le commerce ne permettant pas d'employer ce profilé, les membrures ont

(1) Le Bureau de Chauffage et de Stabilité de la Direction générale des Bâtimens, sous la direction de M. l'ingénieur Principal De Grave, avait établi les calculs de stabilité d'une charpente rivée de même hauteur que celle qui existait avant le sinistre.

Fig. 366. Aspect de l'angle sud-est du Palais après l'incendie, tous les locaux de cette aile ont été entièrement dévastés.





Fig. 367. Ossature métallique du dôme en cours de construction.

Document raups

été formées de deux demi-poutrelles découpées à la machine automatique d'oxy-coupage dans une poutrelle PN24.

Les membrures ont été cintrées à froid à la machine. Leur calibrage exact a permis de réaliser une construction suivant les tolérances exigées.

Les montants et les diagonales composant les fermes sont formés de doubles cornières de $50 \times 50 \times 5$ mm.

Ces cornières ont été assemblées par recouvrement avec les demi-poutrelles (voir fig. 378). Afin d'exécuter les 16 demi-fermes de façon identique, un gabarit de soudure a été utilisé. Ce gabarit composé essentiellement de fers de rempli était muni de butées qui permettaient la mise en place exacte des membrures, des montants et des diagonales. Un système de clavetage maintenait les pièces en place avec pointage par soudure.

Pour la facilité du montage, les fermes ont été exécutées en deux tronçons. La figure 373 montre les deux tronçons qui seront ensuite assemblés au chantier.

A remarquer que, dans le but de ne pas diminuer la résistance de la ferme, l'assemblage des deux tronçons a été exécuté par la méthode des joints alternés, c'est-à-dire que le joint de chaque membrure a été décalé de 2^m50 .

La soudure des joints sur chantier a été exécutée de la manière suivante : l'âme de la membrure a été chanfreinée en X tandis que l'aile a été chanfreinée en V à 70° .

Afin d'assurer une bonne pénétration, les soudures ont été reprises à l'envers par gougeage. D'autre part afin d'éviter les tensions internes par accumulation de la soudure aux congés du T, un trou a été foré au ras du plat de la demi-poutrelle (voir fig. 378/1).



Document Philips

Fig. 368. Pied de la ferme renforcé par une tôle soudée.

La tête et le pied des fermes ont été renforcés par une âme pleine assemblée bout à bout par un chanfrein en X avec les membrures.

Sur chaque tête de ferme, on a assemblé par cordon d'angle, un plat de 110 × 10 mm qui sert à l'assemblage des fermes à la couronne centrale. Le renforcement du plat a été réalisé

Fig. 369. Mode d'attache de la couverture en cuivre de la coupole.

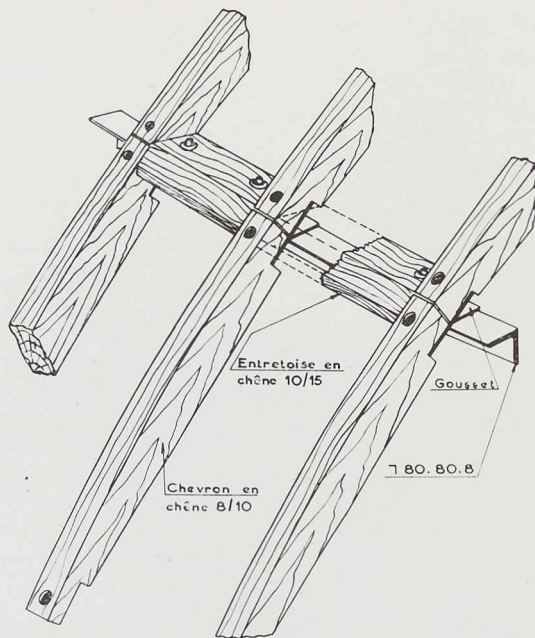
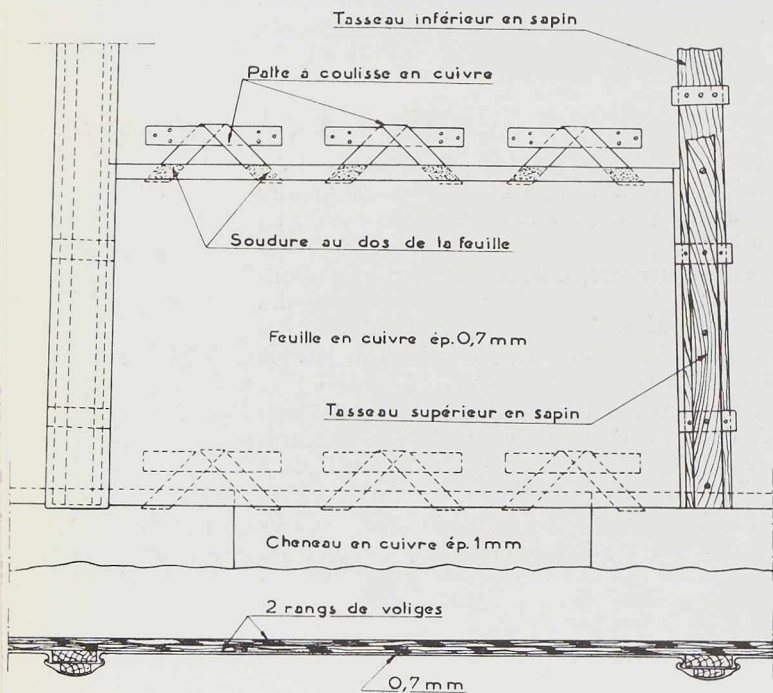
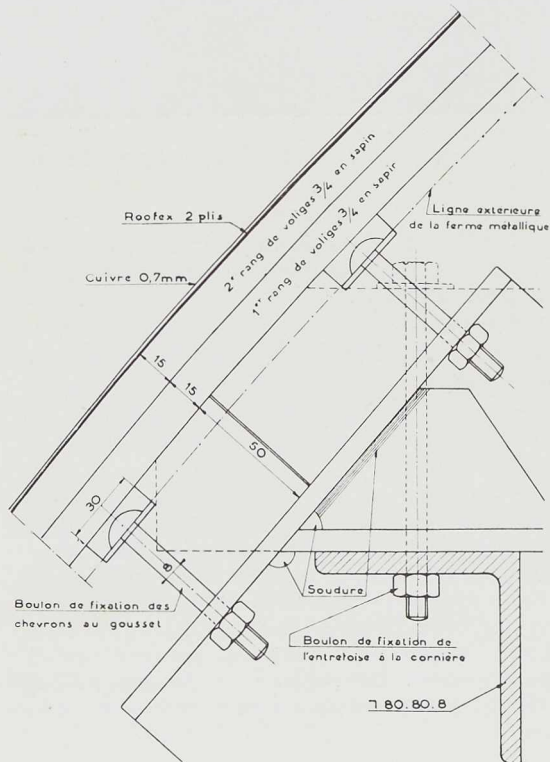


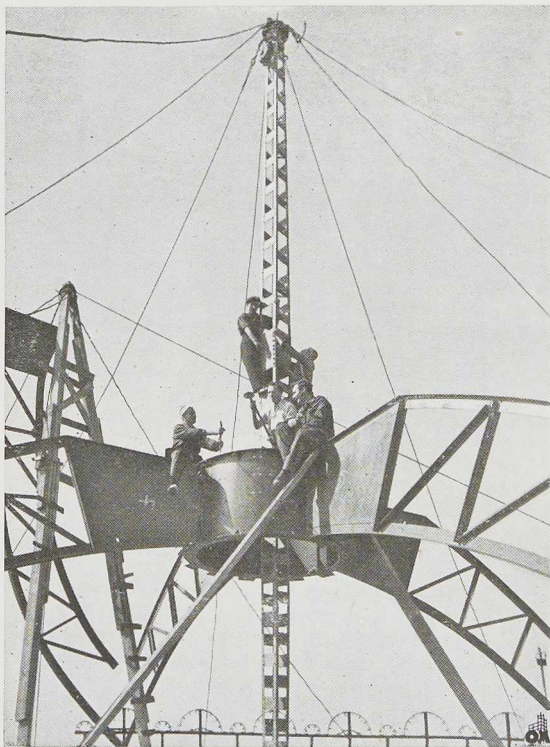
Fig. 370 et 371. Détails montrant la fixation des bois de charpente du dôme.



au moyen de 8 nervures assemblées par cordon d'angle.

Le montage des charpentes terminé, les fermes ont été reliées entre elles par des pannes cintrées auxquelles on a soudé en bout un gousset qui permet l'assemblage par boulons.

L'ossature métallique du campanile qui avait été assemblée entièrement à blanc dans la salle des Pas-Perdus, a été démontée et remontée définitivement au sommet de la coupole et soudée sur place.



Document Philips

Fig. 372. Montage de la couronne de 1^m85 de diamètre et 1^m00 de hauteur.

Les électrodes employées étaient des électrodes Philips 50 qui conviennent spécialement pour les travaux de charpente exécutés en acier doux 37-45 kg/mm².

Ces électrodes de 4 mm de diamètre présentaient les caractéristiques suivantes :

Limite élastique	39 kg/mm ²
Charge de rupture	49 kg/mm ²
Allongement	30 %
Résilience Charpy	9 kgm/cm ²

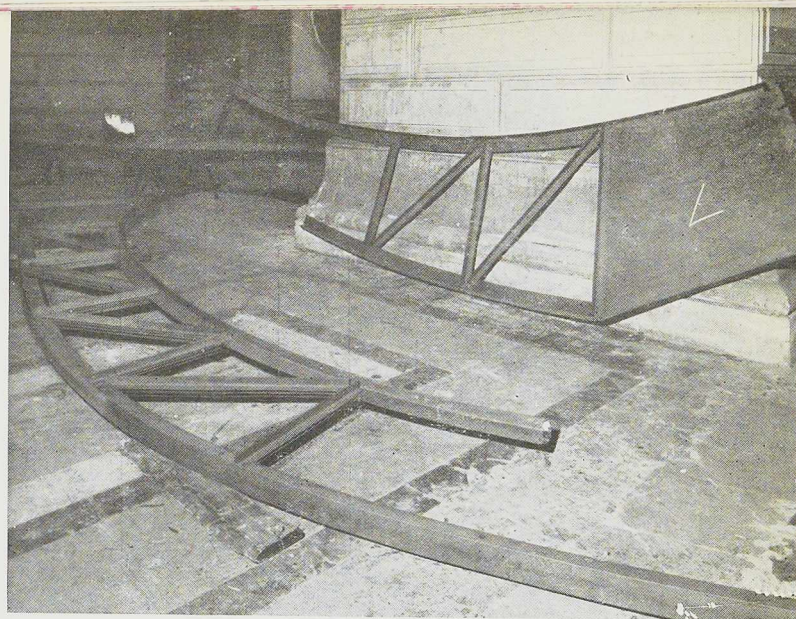


Fig. 373. Vue des deux tronçons d'une demi-ferme assemblés sur chantier. Document Philips

Pliage sur deux fois l'épaisseur : satisfaisant jusque 180°.

Parachèvement

Dès l'achèvement de l'ossature en acier du dôme, la charpente métallique de la coupole proprement dite a été complétée par une charpente en chêne qui a été recouverte par une double couche de voliges de 18 mm d'épaisseur et par une chape isolante constituée de feuilles de Roofex, 2 Ply, non sablée (fig. 376).

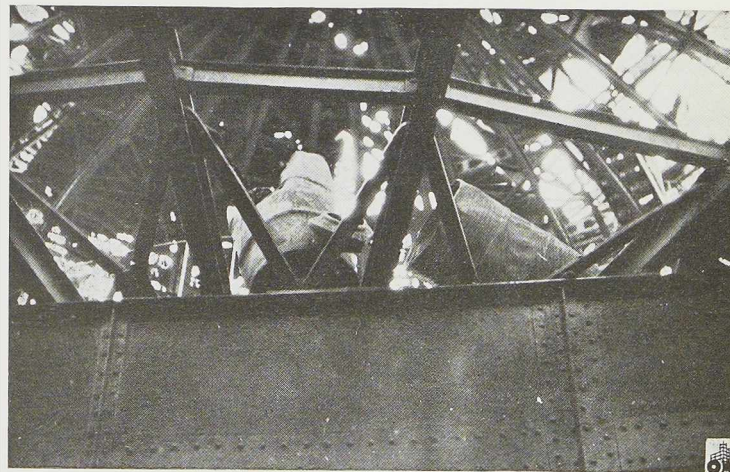


Fig. 374. Charpente métallique de la coupole inférieure après l'incendie montrant les fûts d'essence placés par l'ennemi. Photo Kaiser

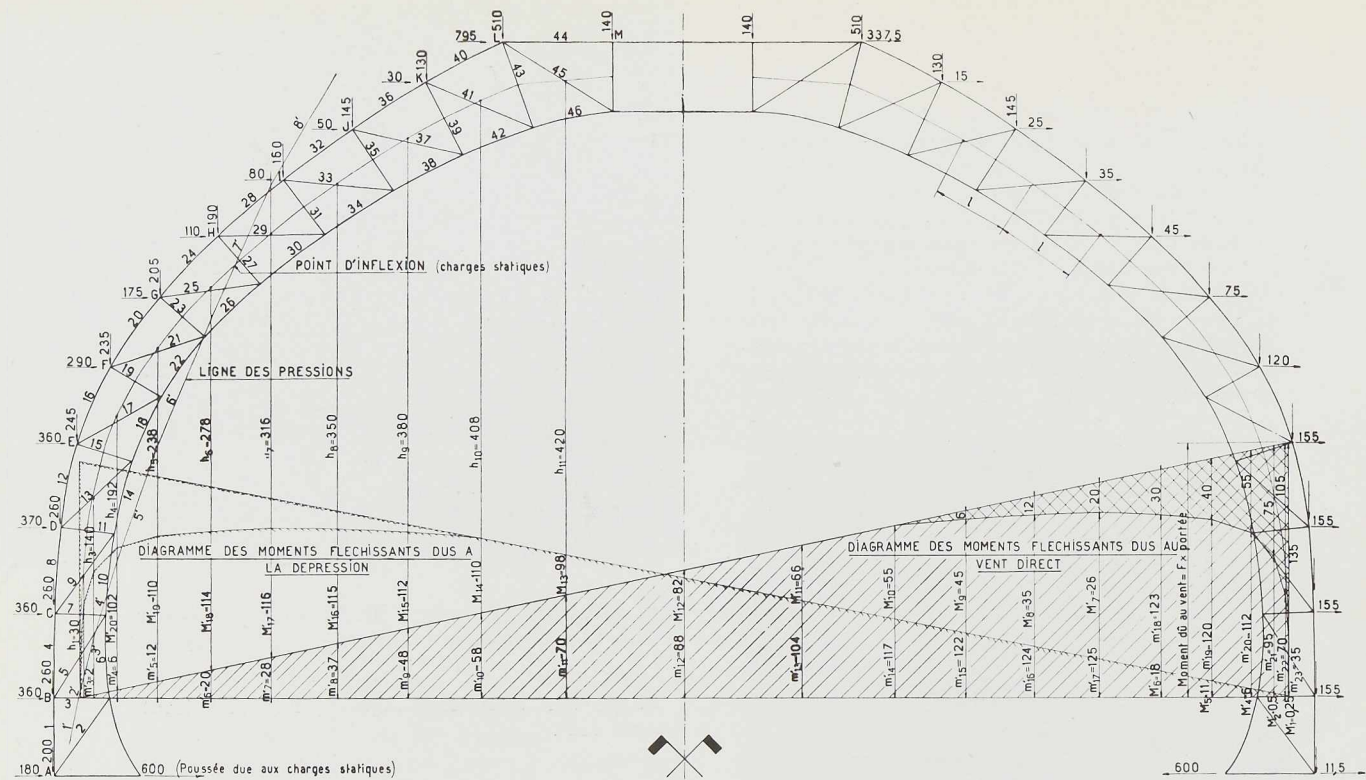


Fig. 375. Diagramme du moment fléchissant dû au vent et aux charges statiques.

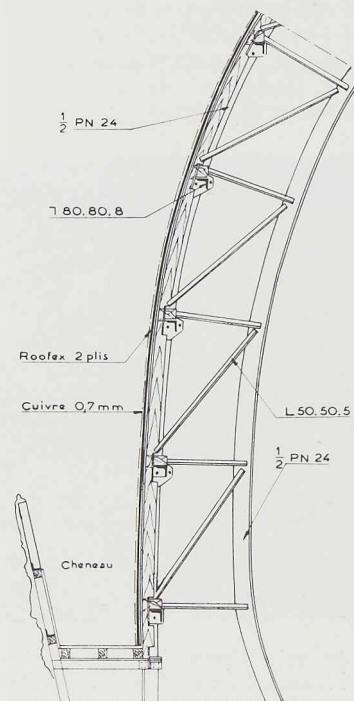


Fig. 376. Coupe transversale à la base du dôme.

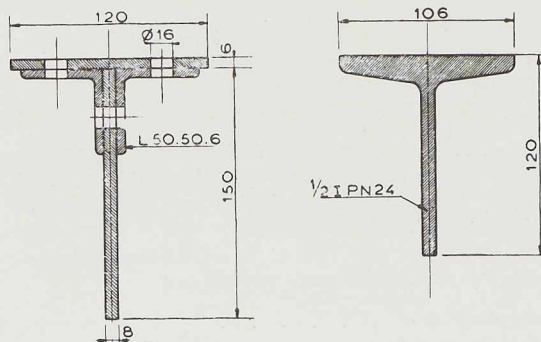
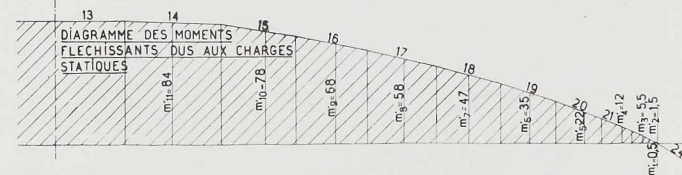
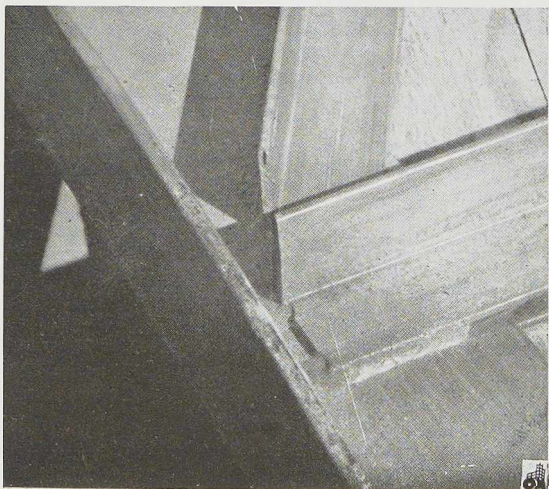
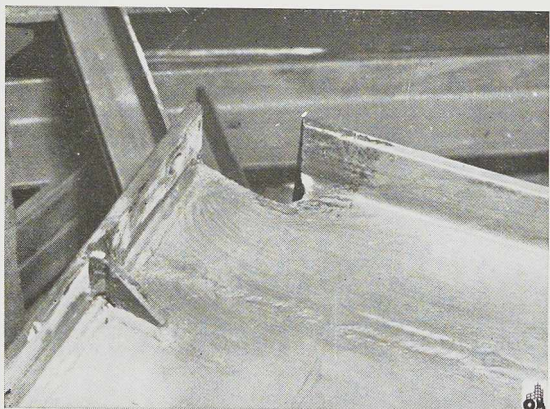
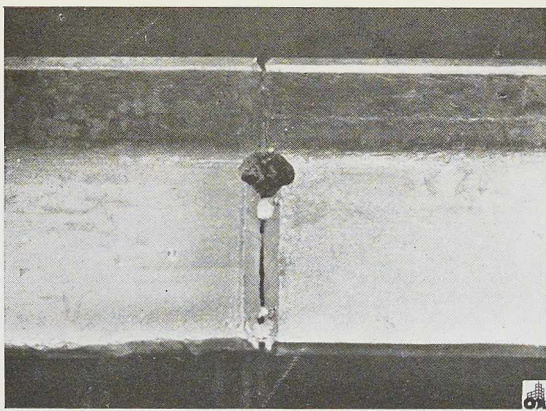


Fig. 377. Comparaison de la nouvelle membrure soudée avec l'ancienne membrure rivée.





Documents Philips

Fig. 378. Détails constructifs :
 En haut : joint d'assemblage des deux tronçons
 d'une demi-ferme,
 Au milieu : tête de ferme renforcée par une
 tôle soudée,
 En bas : assemblage des cornières.

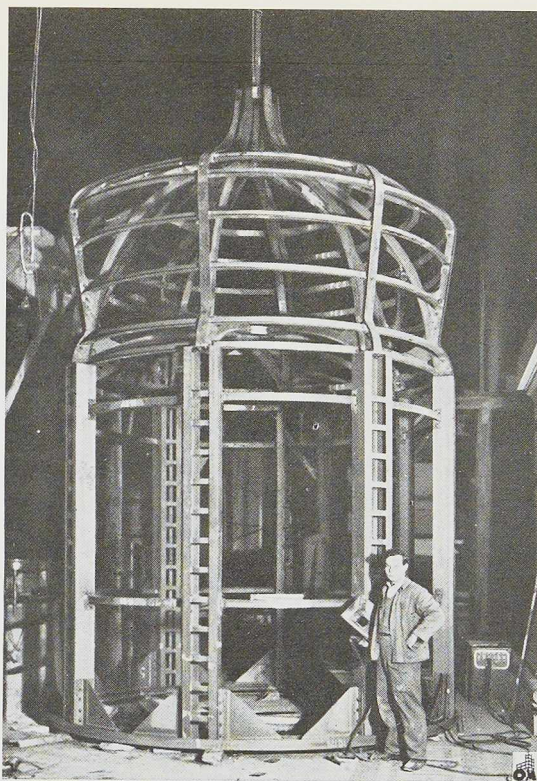


Fig. 379. Ossature du campanile après montage
 de la salle des pas perdus. Photo Kaiser

l'œuvre grandiose de Poelaert, symbole du Droit,
 de la Justice et de la Liberté, et qui fait partie
 intégrante de la capitale, tout comme la Tour
 Eiffel fait corps avec Paris.

Dix-neuf tonnes de cuivre ont été laminées par
 la Société « Cuivre et Zinc » de Liège en feuilles
 de $2^m00 \times 1^m00$.

Les feuilles destinées à recouvrir la coupole
 proprement dite ont 0,7 mm d'épaisseur; celles
 destinées aux parties ouvragées du campanile et
 du crétage ceinturant la base du dôme ont une
 épaisseur de 1,5 mm.

Les parties décoratives de l'ouvrage, dont la
 surface totale atteint plus de 300 m², seront
 recouvertes de feuilles d'or vierge.

Fig. 380. Vue d'une poutre de contreventement
 située à la base de la coupole inférieure.

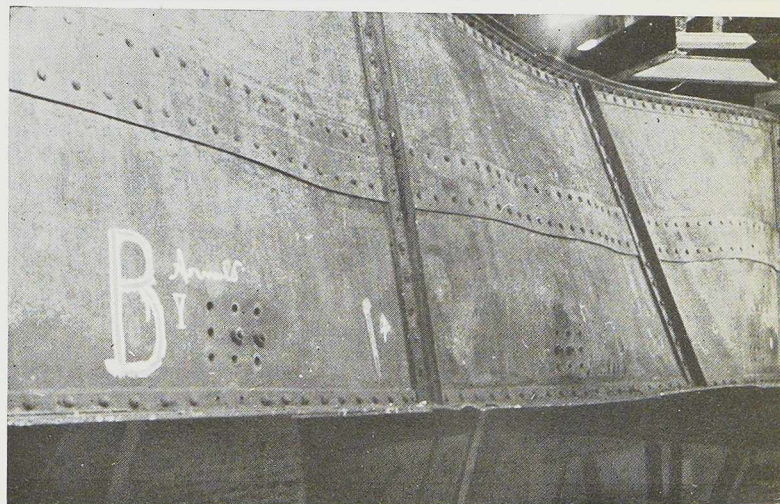




Fig. 381. Ossature du dôme surmontée d'un sapin indiquant que la hauteur définitive est atteinte.

Notons que la reconstruction du dôme posait, au point de vue architectural, un problème très délicat à résoudre. Devait-on rétablir la coupole, telle qu'elle avait été exécutée? Fallait-il lui donner une silhouette plus élancée, s'harmonisant mieux avec l'ensemble du monument?

Il est évident qu'en cas de réfection partielle, l'on se serait borné tout simplement à réparer les dégâts, ce qui aurait constitué la solution la plus facile et la moins sujette à critique. Mais la coupole s'est effondrée en totalité. Tout l'ouvrage était à refaire.

Vu les controverses auxquelles donna lieu l'ancienne coupole et vu la nécessité de la reconstruire entièrement, il fallait choisir entre deux solutions : respecter fidèlement l'œuvre de Poelaert, ou lui donner un profil plus élevé et, de ce fait même, mettre fin aux critiques qui, à tort ou à raison, s'élevaient au sujet de sa forme trop surbaissée.

La question étant d'importance, elle fut soumise à l'examen de la Commission du Palais de Justice.

Unaniment, les membres de cette Commission ont approuvé le projet prévoyant la surélévation du dôme à concurrence de 2^m50 estimant que pareille modification, tout en respectant l'aspect général du monument, donnerait au dôme une allure plus heureuse que celle qui existait avant le sinistre.

Espérons que les travaux de parachèvement pourront être terminés pour le mois de septembre prochain, afin que les Bruxellois et le pays tout entier, puissent fêter à la fois et le quatrième anniversaire de la libération de la capitale par les valeureuses troupes alliées et la restauration du dôme du Palais de Justice de Bruxelles, édifice qui, sans conteste, peut être rangé au nombre des plus remarquables de l'Europe.

A. S.



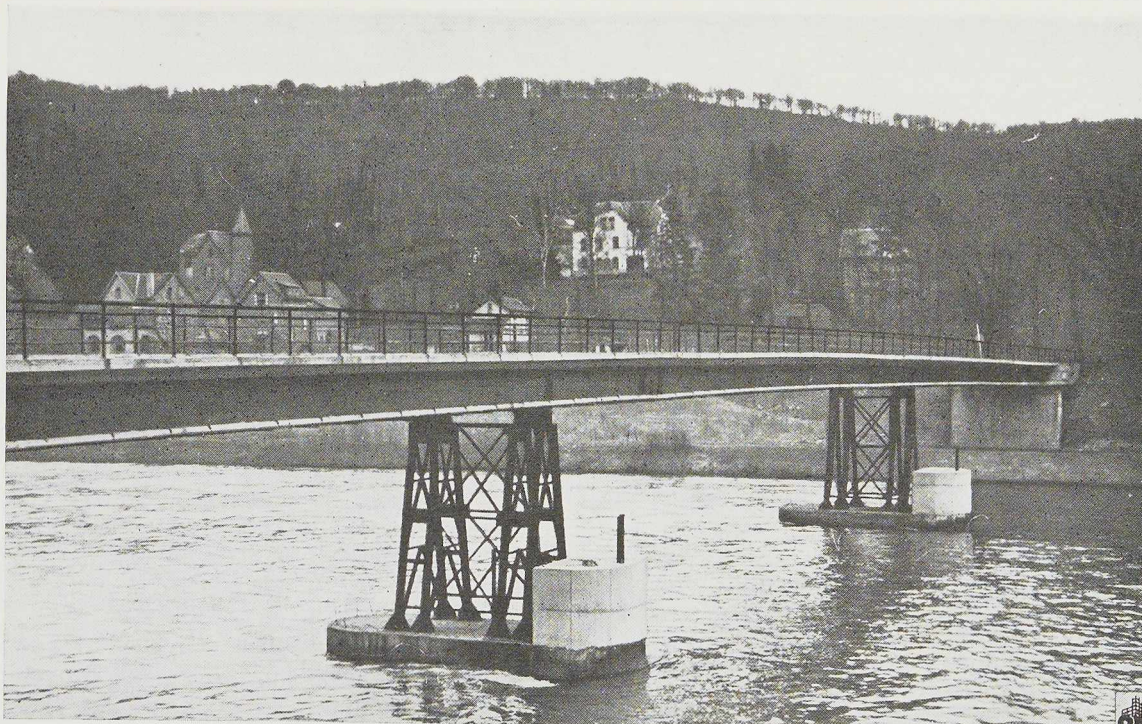


Photo Kaiser

Fig. 382. Vue générale du pont de Lustin, dont la sobriété de lignes convient parfaitement au cadre, un peu sauvage, qui l'entoure.

Le pont de Lustin sur la Meuse

Avant la seconde guerre mondiale, la Meuse était franchie à Lustin par un pont-route métallique. Cet ouvrage, du type en treillis, portait un tablier livrant passage à une route carrossable de 2^m30 et à deux trottoirs de 70 cm de largeur chacun.

Lors de la retraite des armées alliées en 1940, le Génie militaire fit sauter le pont. Après la libération de la Belgique, la Direction des Routes de Namur (Ponts et Chaussées) ouvrit un concours pour la reconstruction d'un ouvrage semi-permanent, à la suite duquel l'entreprise M. Magniette, ingénieur civil, fut déclarée adjudicataire.

Le nouvel ouvrage, construit en 1945, est un

pont à poutres à âme pleine du type cantilever. Il comporte trois travées de 33^m50, 39^m90 et 33^m50 de portée. Le tablier, d'une largeur de 6 mètres, porte une chaussée carrossable de 4 mètres de largeur et deux trottoirs surélevés de 1 mètre de largeur chacun. Les maîtresses-poutres prennent appui sur deux culées et deux piles en rivière.

Les piles en rivière sont constituées par des chevalets métalliques en treillis de 5^m40 de hauteur, reposant sur des massifs en béton. La largeur au sommet des chevalets est de 0^m60; elle est de 2^m50 à la base. En dehors des surcharges provenant du pont, les piles sont calculées pour résister à un effort du vent de 150 kg par m² et aux efforts de freinage. Les maîtresses-poutres

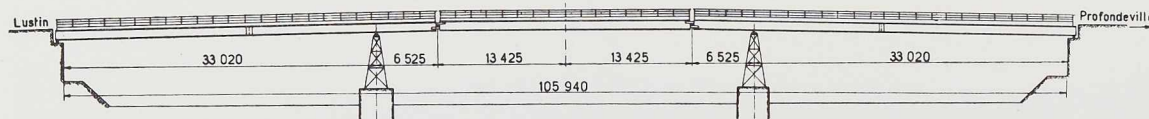


Fig. 383. Elévation du pont-route de Lustin. Les maîtresses poutres (en poutrelles H) s'appuient sur les piles et les culées par l'intermédiaire de pièces d'appui en acier forgé et moulé. Les piles en rivières sont constituées par des chevalets métalliques en treillis.

s'appuient sur les piles et les culées par l'intermédiaire de pièces d'appui en acier forgé et moulé (rotules et rouleaux).

Pour les maîtresses-poutres, on a utilisé des poutrelles à larges ailes au nombre de six, disposées sous chaussée et groupées par trois. Deux groupes sont entretoisés par des cadres composés de cornières.

Les maîtresses-poutres portent les charges suivantes :

Dalles de chaussée	4 × 450 =	1 800
Tarmacadam	4 × 100 =	400
Dalles des trottoirs	2 × 375 =	750
Six poutres Grey Hx 100	6 × 314 =	1 900
Entretoises	6 × 16,5 =	100

4 950 kg.

soit, par mètre courant et par poutrelle $4\,950 : 6 = 825$ kg.

A côté du poids propre de l'ouvrage, les poutrelles sont calculées pour porter des charges mobiles représentées par un véhicule de 40 tonnes avec coefficient d'impact 1,2. Les réactions produites par les charges mobiles sur un groupe de trois poutrelles sont :

$$\frac{24\,000 \times 3,225}{2,95} + \frac{24\,000 \times 0,725}{2,95} = 32\,140 \text{ kg}$$

soit $\frac{32\,140}{3} = 10\,710$ kg pour chaque poutrelle ou

$$\frac{10\,710}{3,5} = 3\,060 \text{ kg par m. ct.}$$

La foule sur la chaussée est calculée à raison de 600 kg/m^2 soit $\frac{600 \times 4}{6} = 400$ par mètre courant et par poutrelle. La foule sur les trottoirs est évaluée à 480 kg/m^2 , ce qui représente 210 kg par mètre courant et par poutre.

Système constructif

Le système constructif formé par les maîtresses-poutres est indiqué sur le schéma de la figure 384.

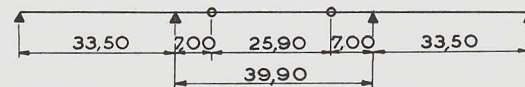


Fig. 384. Système constructif des maîtresses-poutres du pont-route de Lustin.

Les poutres sont calculées par la méthode des lignes d'influence. Dans les travées extrêmes, le moment maximum est égal à $228\,000 \text{ kgm}$. Pour résister à ce moment, le constructeur a fait choix d'une poutrelle Hx 100 dont le $\frac{I}{v} = 12\,895 \text{ cm}^3$. La tension admissible du métal atteint au maximum $17,7 \text{ kg/mm}^2$.

Dans la travée centrale, le moment maximum se décompose comme suit :

Moment dû au poids mort

$$20,96 \times 8,25 \times (20,0)^2 = 69\,000 \text{ kgm}$$

Moment dû à la surcharge mobile

$$5,28 \times 30,6 \times (20,0)^2 = 64\,500 \text{ kgm}$$

Moment dû à la foule sur la chaussée

$$12,38 \times 4,0 \times (20,0)^2 = 19\,800 \text{ kgm}$$

Moment dû à la foule sur les trottoirs

$$20,96 \times 2,17 \times (20,0)^2 = 18\,200 \text{ kgm}$$

Total $171\,500 \text{ kgm}$

Pour résister à ce moment, il a été fait choix d'un profilé Grey HE 100 dont le $\frac{I}{v} = 11\,472 \text{ cm}^3$, la tension admissible étant ainsi de $14,95 \text{ kg/mm}^2$. Toutefois, pour des raisons d'approvisionnement, on a mis en œuvre des Hx 100 ou bien des DIE 100.

Pour les poutres composées, le règlement de l'A. B. S. exige des raidisseurs; toutefois, si la hauteur de l'âme entre les cornières est inférieure à 60 fois l'épaisseur de l'âme, les raidisseurs peuvent être supprimés.

Pour les poutrelles Grey HE distance entre les



bourellets : 932 mm; épaisseur de l'âme : 17 mm; $60 \times 17 = 1\,020 > 932$. Les raidisseurs ne sont donc pas nécessaires. Considérant les réactions aux appuis : $R \text{ max.} = 64\,000 \text{ kg}$; il a cependant été décidé de mettre des raidisseurs aux appuis. Ces raidisseurs sont constitués par des cornières $120 \times 120 \times 14$. Le taux de travail de ces cornières est de $12,8 \text{ kg/mm}^2$.

Etude des flèches

Les flèches ont été calculées sans tenir compte du coefficient d'impact.

a) Flèche travée latérale. Travée latérale seule chargée. Charge permanente sur porte-à-faux :

$$P_1 = 825 \times \frac{25,9}{2} = 10\,700$$

$$P_2 = 825 \times 7 = 5\,760$$

$$R = 16\,460 \text{ kg}$$

$$x = \frac{3,5 \times 5\,760}{16\,460} = 1,22$$

$$a = 7 - 1,22 = 5,78.$$

La charge mobile concentrée occupe une longueur de 6 mètres et est égale à $8,950 - (333 \times 6) = 6,950 \text{ kg}$.

Au milieu de la travée extrême, la flèche due à la charge permanente est égale à $f_1 = 10,2 \text{ cm}$.

La contre-flèche due à la charge permanente agissant sur le porte-à-faux est égale à

$$f_2 = -5,1 \text{ cm}.$$

La flèche due à la foule (supposée sur la travée latérale seule)

$$f_3 = 10,2 \left(\frac{181 + 333}{825} \right) = 6,35 \text{ cm}.$$

La flèche due à la charge mobile concentrée

$$f_4 = \frac{6\,950 \times (3\,360)^3}{48 \times 2\,100\,000 \times 645\,000} = 3,25 \text{ cm}.$$

La flèche totale est égale à

$$f \text{ tot.} = 10,2 - 5,1 + 6,35 + 3,25 = 14,7 \text{ cm},$$

donnant un rapport flèche-portée $\frac{f}{l} = \frac{1}{228}$

La contre-flèche du porte-à-faux due à la charge mobile concentrée agissant sur la travée extrême :

$$f_4 = -2,50 \text{ cm}.$$

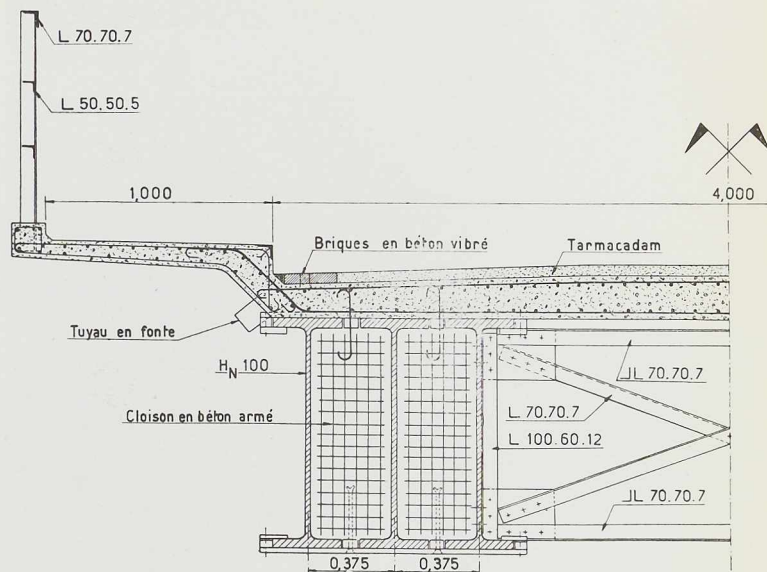


Fig. 385. Demi-coupe du tablier montrant notamment les brides et les diaphragmes en béton reliant les poutrelles H.

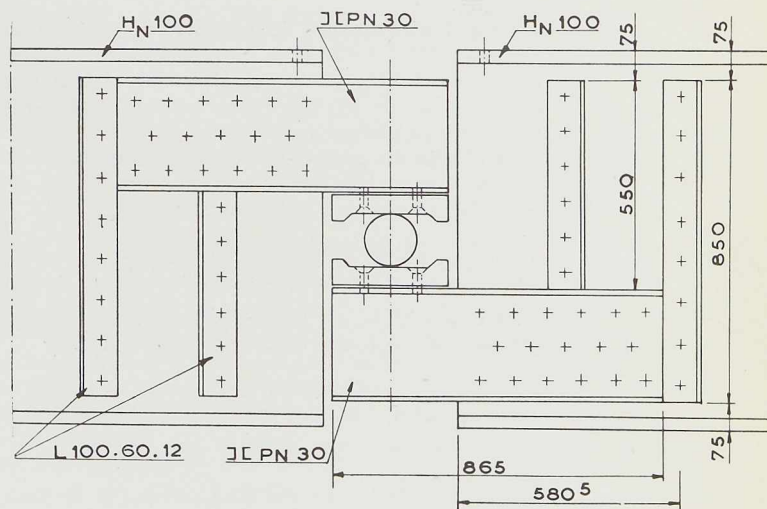


Fig. 386. Détail de l'articulation de la partie suspendue de la travée centrale.

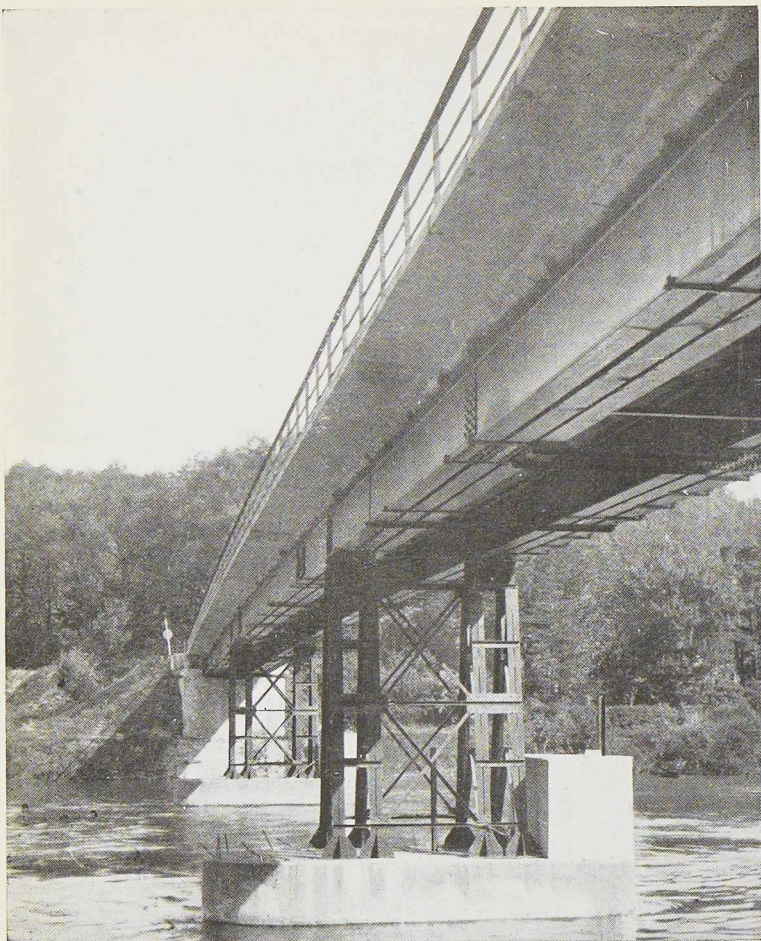


Fig. 387. Vue d'enfilade du pont sur la Meuse à Lustin.

La flèche totale du porte-à-faux est égale à :

$$f \text{ tot.} = 5,3 - 6,7 - 4,2 - 2,5 = 8,1 \text{ cm.}$$

Calculée de la même façon, la flèche maximum dans la travée centrale (portée 25^m90) atteint 8,55 cm soit 1/300 de la portée.

Ces flèches ont été annulées :

1° Par l'exécution des joints dans les travées extrêmes;

2° Par le cintrage à froid des poutrelles de 25^m90 de la travée centrale avec une contreflèche de 15 cm.

Tablier

Le tablier est constitué par une dalle en béton armé de 20 cm d'épaisseur calculée spécialement pour un raccordement ferré avec écartement de 0^m80. Celle-ci est revêtue d'une couche de tarmacadam de 5 cm d'épaisseur.

Le programme d'adjudication prévoyait un pont de caractère provisoire. Pour cette raison, les liaisons des trois poutrelles de chaque groupe ont été conçues de façon à nécessiter le moins de trous possible dans les poutrelles. Les poutrelles sont donc reliées par des brides spéciales et par des diaphragmes en béton armé de 15 cm d'épaisseur, placés tous les 6^m50 (fig. 385).

Ces diaphragmes sont rendus solidaires du tablier au moyen d'armatures spéciales, ancrés dans la dalle.

Exécution et quantité

L'emploi de poutrelles H fournies par la Société HADIR a permis de construire le pont de Lustin dans un délai extrêmement court. Le montage du pont a été effectué au moyen d'une bigue flottante et n'a donné lieu à aucun aléa.

Les quantités de matériaux métalliques mis en œuvre se répartissent comme suit :

Poutrelles H	204 tonnes.
Profilés pour piles en rivière	15 tonnes.
Aciers ronds pour béton	32 tonnes.
Acier forgé et moulé pour appuis	6 tonnes.

Pour tenir compte de ces flèches, en vue de l'allure générale du pont, les piles ont été relevées par rapport aux culées et il a été réalisé une contreflèche de 15 cm dans chaque travée latérale par l'exécution spéciale des joints.

b) Flèche du porte-à-faux, travée extrême chargée et travée centrale déchargée; la flèche du porte-à-faux due au poids mort :

$$f_1 = \frac{16\,460 \times (580)^2 \times 3\,940}{3 \times 2\,100\,000 \times 645\,000} = 5,3 \text{ cm.}$$

La contreflèche du porte-à-faux due à la charge permanente agissant sur la travée latérale :

$$= \frac{8,25 \times (3\,360)^2}{24 \times 2\,100\,000 \times 645\,000} = 0,0096$$

d'où $f_2 = 700 \times 0,0096 = - 6,7 \text{ cm.}$

La contreflèche du porte-à-faux due à la foule agissant sur la travée latérale :

$$f_3 = - 4,2 \text{ cm.}$$



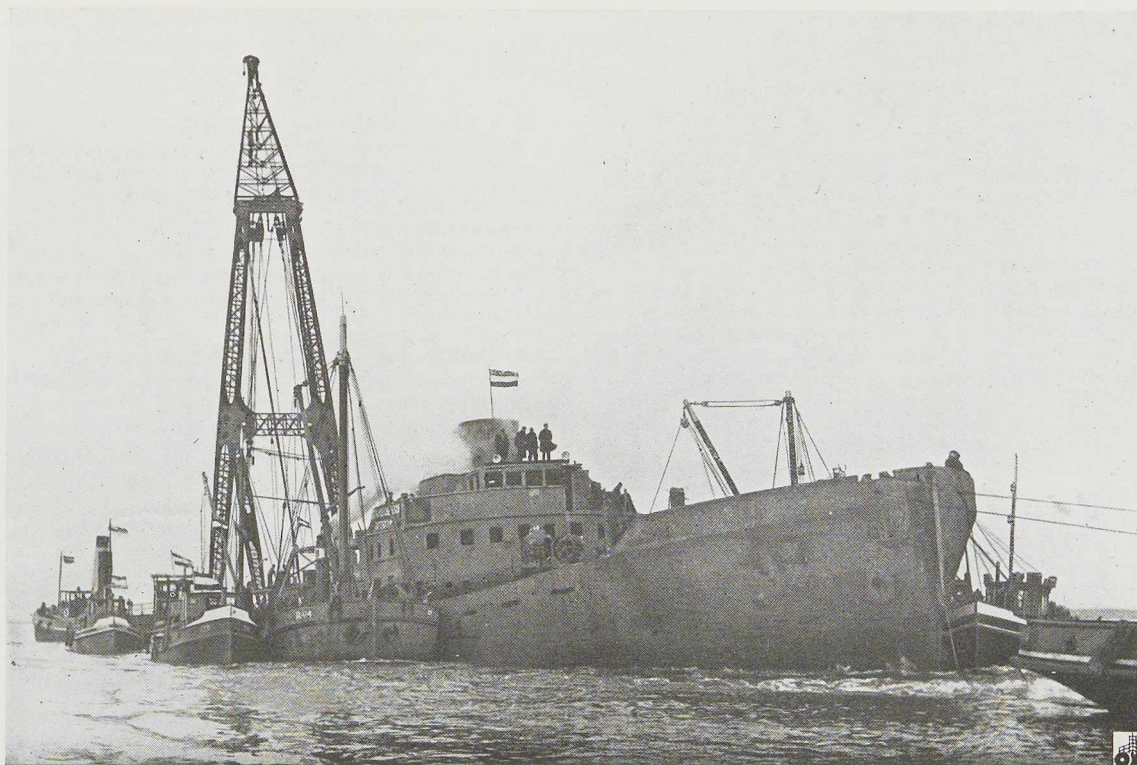


Fig. 388. Le navire « Prins Willem V » renfloué, est amené à Rotterdam par des remorqueurs.

Renflouage du navire „ Prins Willem V ”

par C. Klip,

Ingénieur à la Société « Bouw- en Montagebedrijf »

En octobre 1944, les Allemands, forcés de reculer de plus en plus sur le continent, décidèrent de barrer les passages maritimes vers Rotterdam en y coulant 4 navires à 1,5 km en amont de l'écluse « Maassluis ». Les bateaux suivants disparurent ainsi sous l'eau :

« Zuiderdam »	11.000 tonnes
« Dinteldijk »	9.400 tonnes
« Baud »	4.400 tonnes
« Prins Willem V »	1.535 tonnes

Les navires coulés n'ont pas connu tous le même sort.

Le « Zuiderdam » poussé par les forts courants

de la marée s'échoua sur la rive Nord. Après la libération de la Hollande, le navire fut rendu étanche et remis ensuite à flot.

Les conditions dans lesquelles se trouvaient le « Baud » et le « Dinteldijk » interdisaient tout projet de renflouage. Il fut décidé en conséquence de les faire sauter. Des grues flottantes repêchèrent et évacuèrent les débris provenant des épaves de ces navires.

Quant au « Prins Willem V », il avait glissé en sombrant et gisait sur une couche d'argile. Seuls le sommet des mâts et la cheminée émergeaient à marée basse.

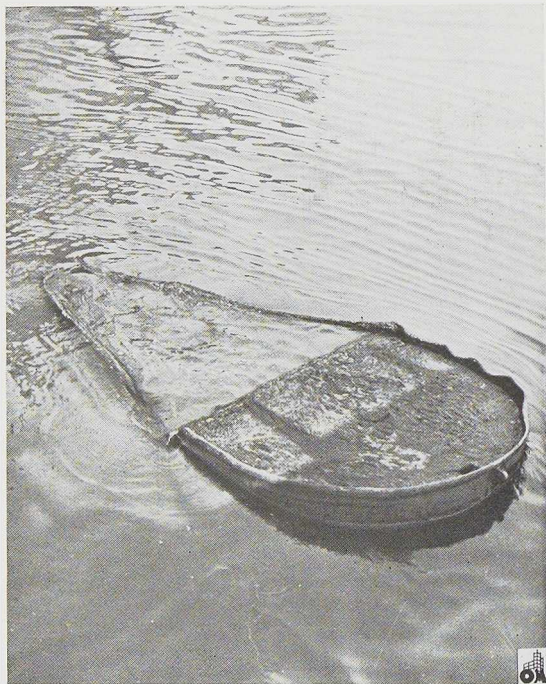


Fig. 389. Vue du navire après l'échouage. Seule la cheminée émerge de l'eau.

Le « Prins Willem V », dont les dimensions principales sont : longueur 78^m60, largeur 12 mètres, profondeur 8 mètres, venait d'être achevé en mai 1940 et se trouvait encore sur chantier. Les Allemands l'aménagèrent comme bateau ravitailleur des sous-marins et le mirent en service au mois d'août 1942. En 1944, le navire fut coulé pour embouteiller l'écluse « Maassluis » cinq ans à peine après avoir été lancé. Lors de la libération, il fut envisagé de renflouer le navire. Un premier essai eut lieu au moyen de grues flottantes. Malheureusement, les cales du navire s'étant remplies de vase, il était devenu trop lourd pour les engins de levage disponibles. Le courant des marées, atteignant parfois 15 kilomètres à l'heure et la disposition des compartiments du navire ne permirent pas d'aspirer suffisamment de boues de ses flancs.

La Société *Bouw-en Montagebedrijf*, de Rotterdam, a élaboré alors une méthode pour soulever la coque du navire au moyen de vérins. Ce procédé permit de l'amener à la surface, de la vider complètement et de le mettre ensuite en état.

Au début de 1947, lors de l'exécution de ce programme, la partie supérieure de la cheminée émergeait des flots; quant à la mâture, elle avait

été emportée par le charriage des glaces. La figure 389 montre le bord supérieur de cette cheminée, qui seule décèle la présence du vaisseau sombré. Le principe de ce levage du « Prins Willem V » est clairement exposé par la figure 390.

Huit cuvelages (1) formés de palplanches métalliques furent battus parallèlement aux flancs du bateau et réunis deux par deux par une poutre (2), posée perpendiculairement à l'axe longitudinal du bateau. Cette poutre supporte les vérins hydrauliques de levage (3) qui transmettent la force ascensionnelle par l'intermédiaire de tendeurs (4) et de câbles en acier (5).

Ci-après, on trouvera des détails techniques sur chacune des parties constituant le système de relevage.

1° *Cuvelages en palplanches métalliques.* — Les cuvelages, d'une longueur de 30 mètres, ont une section extérieure de 4^m01 × 2^m41. Ils ont été construits au moyen de palplanches Hoesch III de 20 et 10 mètres de longueur. Contrairement à la pratique courante, les cuvelages furent construits sur une aire horizontale. Ils ont été ensuite assemblés par soudure. Afin d'éviter leur dislocation, les cuvelages ont été renforcés intérieurement et extérieurement par des raidisseurs. Transportés ensuite par eaux vers le chantier, les cuvelages furent mis en place au moyen de sonnettes flottantes. Les palplanches furent ensuite

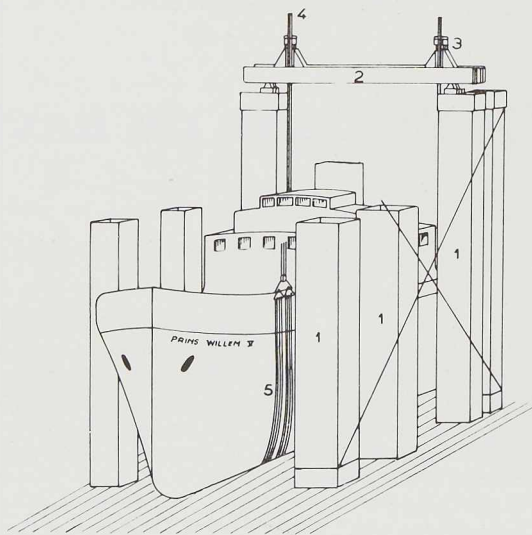


Fig. 390. Principe de renflouage du navire « Prins Willem V » :

1. Cuvelages en palplanches métalliques. — 2. Poutre de liaison. — 3. Vérins hydrauliques. — 4. Tendeurs. — 5. Câbles en acier.



ajustées à la profondeur voulue par battage individuel. Chaque cuvelage pesait 60 tonnes. Afin d'obtenir une répartition uniforme des charges au sommet des cuvelages, ils ont été coiffés par une poutre en béton armé pesant également 60 tonnes.

2° *Poutres transversales.* — Chacune des quatre poutres transversales portant les vérins hydrauliques était composée de deux groupes de trois poutrelles à larges ailes Hx 100 de Differdange, d'une longueur variant entre 20 et 29 mètres, réunies par des traverses. Les autres profils servant d'appuis furent soudés électriquement sur des plaques de répartition. La portée des poutres transversales est de 18^m30 et leur poids est de 60 tonnes par poutre.

3° *Vérins hydrauliques.* — Les deux vérins hydrauliques supportés par la poutre sont distants de 12^m80, ce chiffre correspondant à la largeur du navire à relever.

Les vérins C (fig. 391) reposent, par l'intermédiaire des supports B, sur deux traverses A exécutées également en poutrelles Hx 100. Les supports B sont formés eux-mêmes de poutrelles Hx 55 renforcées par deux plats raidisseurs soudés. Au total, on a utilisé 16 vérins ayant chacun une capacité de levage de 300 tonnes. Ces vérins étaient commandés par deux pompes hydrauliques actionnées par des moteurs à essence. De chaque côté des vérins se trouvent des montants formés de poutrelles Hx 30 percées de trous de 17 mm, distants de 100 mm. L'action des vérins peut se résumer comme suit : les pistons hydrauliques soulèvent les traverses D et un des coulisseaux E. Ceux-ci se fixent au moyen de broches dans des trous de 17 mm, soulevant indirectement les câbles attachés à la coque du navire. Les vérins sont vidés, leurs pistons descendent à fond de course et le cycle recommence.

Durant toute la période de renflouage, on a retiré et remis 65.000 fois les broches dans les trous correspondants. Cette opération s'est toujours effectuée sans aléas.

4° et 5° *Tendeurs et câbles de relevage.* — Les câbles sont en acier galvanisé, composés de 6 torens de 75 fils chacun. Ils ont un diamètre extérieur de 65 mm; trente-deux de ces câbles furent placés ainsi en dessous du navire.

Les travaux commencèrent dans l'atelier au début de l'année 1947. Le 29 septembre suivant, les installations de relevage étaient prêtes à fonctionner. Elles étaient capables de relever des charges de 3 200 tonnes. Un essai, fait au début du renflouage démontra que le navire était encore trop lourd. On perdit un mois encore à vider ses flancs des boues qui y étaient accumulées. En novembre 1947, le poids du navire diminua

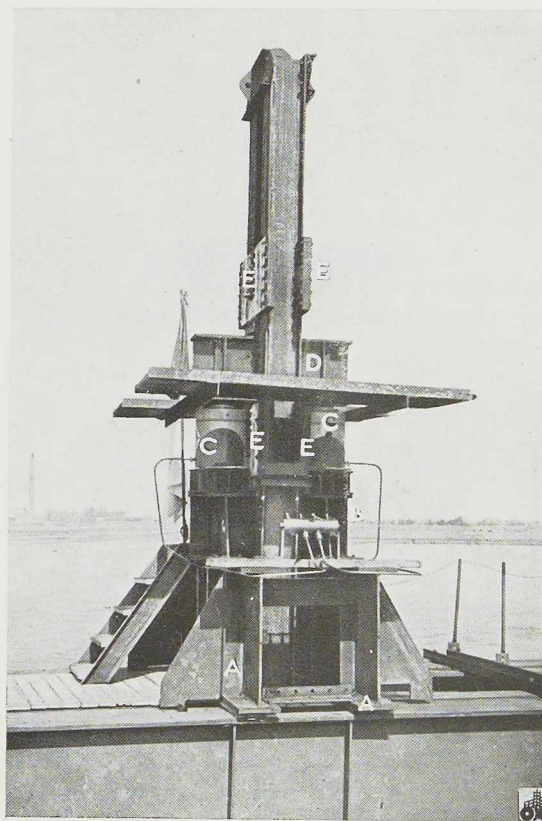


Fig. 391. Dispositif du levage du navire « Prins Willem V » :

A : Traverses. — B : Supports. — C : Vérins. — D : Traverses. — E : Coulisseaux.

tellement qu'on avait réussi à soulever l'épave de 20 cm. Trois semaines plus tard, le bateau fut relevé de 9^m15 et il était possible de circuler sur le pont à marée basse.

Lors de l'explosion, plusieurs déchirures importantes ont été faites dans la coque du bateau; l'une d'elles avait une surface de 4 m². Les scaphandriers procédèrent à la réparation sommaire de cette déchirure. Ils ont également bouché les hublots et les ouvertures. Néanmoins il apparut, lors du premier essai de renflouage, le 4 décembre 1947, que les rentrées d'eau étaient encore de 2 000 m³ par heure.

Après avoir étudié le problème, il fut décidé de tolérer ces rentrées d'eau en attendant les basses eaux du solstice d'hiver. Durant ces journées d'attente, on s'occupa de boucher, aussi efficacement que possible, les fuites dans la coque et d'aspirer le plus de boues possible.

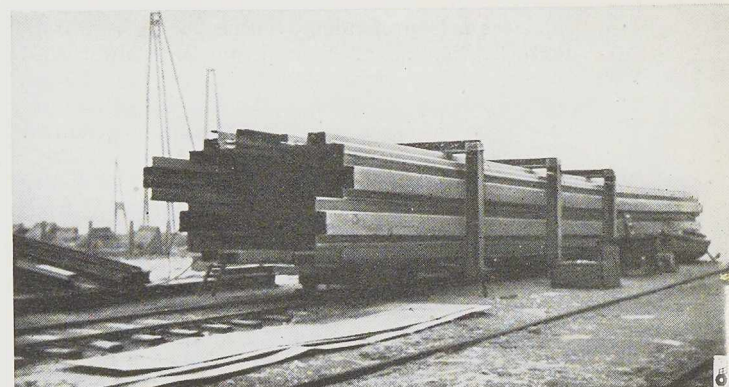
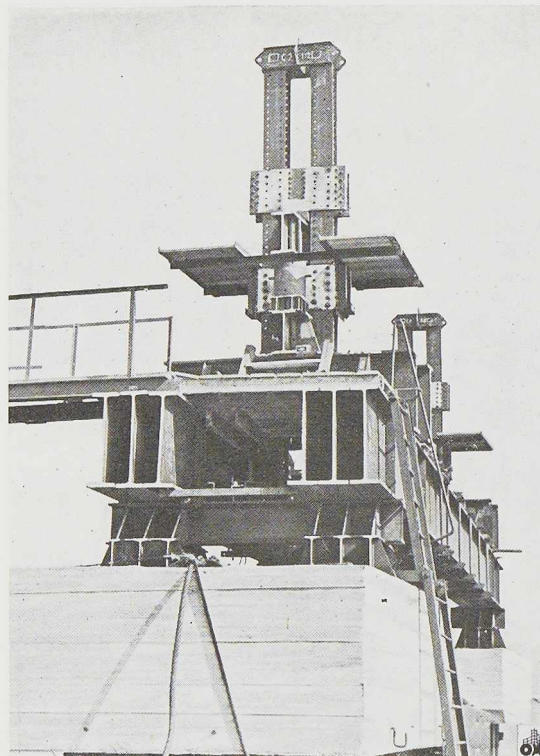


Fig. 392 (ci-dessus). Transport des palplanches métalliques destinées à former des cuvelages de 30 mètres de longueur.

Fig. 393 (ci-contre). Vue d'ensemble du dispositif de relevage.

Le deuxième essai de renflouage eut lieu du 10 au 11 décembre 1947. Sous l'éclairage d'une vingtaine de projecteurs on procéda à un pompage intensif. Dès que le niveau d'eau fut suffisamment abaissé dans l'entrepont, on y descendit 6 pompes fixes qui vidèrent les cales. Grâce à ces opérations, le navire commença à flotter; vers 8 heures du matin, il fut complètement dégagé. Toutefois, l'eau entraît encore à raison de 400 m³ par heure. Ce débit diminua par la suite. Les câbles de levage furent enlevés ensuite et une partie du cuvelage arraché au moyen de deux grues flottantes.

A l'heure de la marée, le « Prins Willem V » fut manœuvré en dehors des cuvelages restants par trois remorqueurs. Escorté par de nombreux navires et les pontons qui l'ont renfloué, le navire fut amené en cale sèche à Rotterdam. Le succès du renflouage du navire « Prins Willem V » doit être attribué à la méthode originale élaborée et mise en œuvre par la Société *Bouw- en Montage bedrijf* de Rotterdam. Cette méthode a demandé, durant un an, un effort constant de la part du personnel technique et des ouvriers. Les scaphandriers se sont distingués d'une façon toute particulière. Les opérations se sont poursuivies sans interruption, même pendant les jours de fête et cela dans des conditions climatiques souvent très dures.

Lorsque les dernières réparations et la mise en état du navire seront terminées, le « Prins Willem V » reprendra sa place dans la marine marchande des Pays-Bas.

C. K.

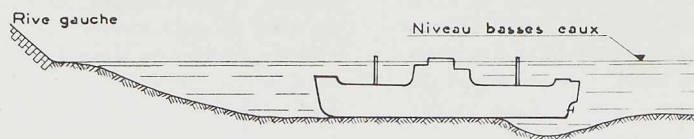


Fig. 394. Position du navire après l'échouage.



Ponts métalliques de faible portée en Grande-Bretagne

A l'occasion de l'Exposition des Travaux Publics, Routes et Transports qui s'est tenue récemment à Londres, la British Constructional Steelwork Association, a préparé, sous la direction de M. D. J. Davies, plusieurs rapports sur le développement des ponts métalliques en Grande-Bretagne. Deux de ces documents mettaient l'accent sur le rôle joué par l'acier dans la suppression des passages à niveau et les ponts au-dessus d'auto-routes. Ci-après, nous donnons les principaux passages de ces rapports.

O. M.

Suppression des passages à niveau

En Grande-Bretagne, le nombre total de passages à niveau sur les quelque 300 000 km de routes s'élève à 4 210 dont 913 sont situés sur les routes principales et sur les routes de la classe I. La densité de trafic sur les grandes routes anglaises est en progression constante. C'est ainsi que le nombre de véhicules par mille (1,6 km) passait de 30 en 1924 à 70 en 1938. C'est dans les régions voisines des ports que les inconvénients causés par les passages à niveau sont les plus graves. En Grande-Bretagne, 70 % du tonnage total des marchandises déchargées, s'élevant à 370 millions de tonnes par an, passent par 34 ports principaux. La suppression des passages à niveau, d'une nécessité vitale dans les ports, peut se faire soit en mettant les chemins de fer sous terre, soit en construisant des viaducs. Pour des raisons économiques, la première solution est généralement impossible. Avant la guerre, plusieurs passages supérieurs métalliques

ont été réalisés dans les régions portuaires et industrielles.

Bien qu'à l'heure actuelle le programme de suppression des passages à niveau ait été mis en veilleuse à la suite de la pénurie de matériaux de construction, la British Constructional Steelwork Association a mis au point des solutions intéressantes dans lesquelles un judicieux emploi des poutrelles métalliques enrobées de béton permet de réaliser des économies appréciables en prix, en poids et en encombrement.

La figure 395 montre les principales dispositions d'un viaduc en poutrelles enrobées, construit en 1937. Le coût de cet ouvrage s'est élevé à 17 shillings 6 pence par pied carré (1 670 fr. par m²) pour les travées d'approche et à 24 shillings par pied carré (2 260 fr. par m²) pour les travées au-dessus des voies de chemin de fer. Ce viaduc (fig. 396) a une longueur totale de 122^m50. Le système portant des travées d'approche est constitué par des poutrelles I 610 × 190 pesant 149 kg par m³ espacées de 2^m75 d'axe en axe.

Au-dessus des voies de chemin de fer, il était nécessaire de réduire la hauteur des travées au minimum. On a utilisé des poutrelles I 406 × 152 pesant 75 kg par m³. Les poutrelles sont noyées dans une dalle en béton armé, l'ensemble formant une construction monolithique. Le rapport hauteur / portée est de l'ordre de $\frac{1}{21}$ pour les travées au-dessus du chemin de fer et de $\frac{1}{13}$ pour les travées d'approche.

Les ponts de ce type reposent généralement sur des chevalets métalliques, enrobés de béton. De

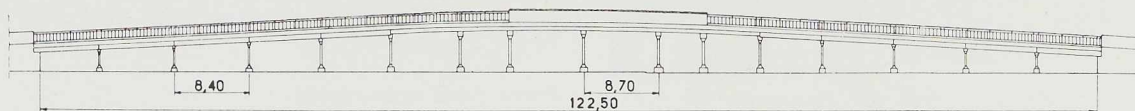


Fig. 395. Viaduc en poutrelles enrobées, au-dessus des voies de chemin de fer.

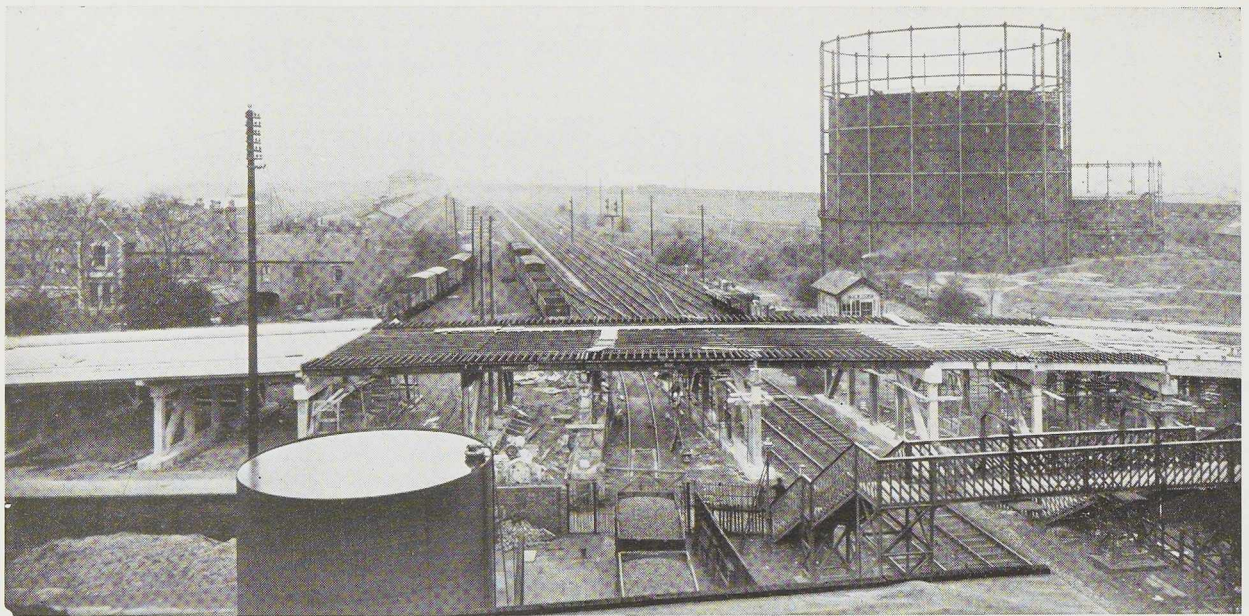


Fig. 396. Vue du viaduc en poutrelles enrobées dont le dispositif constructif est donné à la figure 395.

tels chevalets sont résistants et économiques. Ils allient en outre un encombrement réduit à un aspect satisfaisant.

Un autre type de passage supérieur dans lequel le système portant est constitué par des portiques métalliques rivés est donné à la figure 398.

Lorsqu'on peut se passer de travées d'approche, une bonne solution consiste à adopter le type illustré à la figure 397. Dans cet ouvrage, le tablier est porté par une série de maîtresses-poutres métalliques rivées espacées de 1^m75 d'axe en axe. La portée est de 19^m20 entre culées du

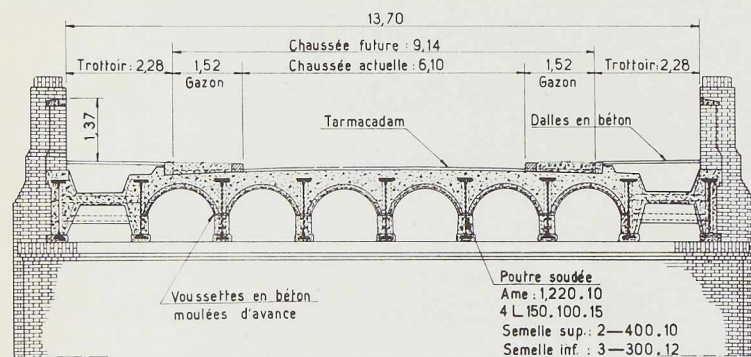


Fig. 397. Tablier porté par une série de maîtresses-poutres métalliques rivées. Le tablier est en voussettes en béton moulées d'avance.

type biais. Le tablier est en voussettes en béton, moulées d'avance; ceci en vue de réduire des délais de construction, et, par conséquent, les heures d'interruption du trafic. La hauteur totale (mesurée entre la face inférieure des poutrelles et le bord supérieur de la route) est de 1^m60. Cette hauteur, relativement élevée, s'explique par le fait que le pont passant au-dessus de quatre voies, il n'a pas été possible de disposer d'un appui intermédiaire.

Le tableau I donne les principales caractéristiques des trois types de constructions économiques utilisées en Grande-Bretagne comme passages supérieurs.

En examinant ce tableau, on remarque que le type 2 est beaucoup plus lourd que le type 1. Il sera employé dans les cas où, pour des raisons constructives, il est nécessaire de réduire la hauteur de la superstructure au minimum.

Le type 3 convient particulièrement pour les ouvrages sans travées d'approche franchissant plusieurs voies de chemin de fer. Leur portée peut atteindre 20 mètres alors que la portée maximum des travées du type 1 est de l'ordre de 8 à 9 mètres.

Ponts pour auto-routes

En 1938, un plan fut soumis au Ministère des



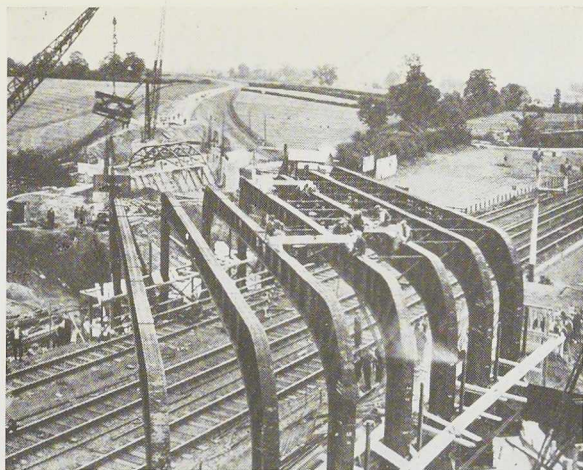


Fig. 398. Vue d'un viaduc réalisé en portiques métalliques rivés.

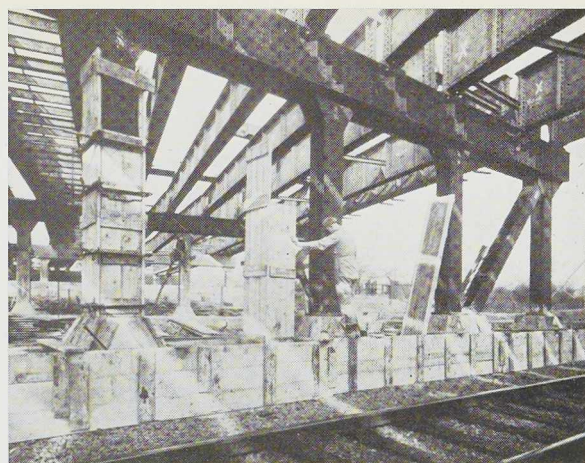


Fig. 399. Viaduc en poutrelles enrobées en cours de construction.

Transports de Grande-Bretagne, portant sur la construction de 1 000 milles (environ 1 600 km) de nouvelles auto-routes destinées à desservir les régions portuaires et industrielles importantes. Les autorités y répondirent en 1946 en élaborant un programme de construction d'auto-routes

s'étendant sur une période de 10 ans. Ce programme qui a déjà reçu un commencement d'exécution comporte, outre l'établissement de routes proprement dites, plusieurs ouvrages importants dont le grand pont suspendu sur l'estuaire du Severn.

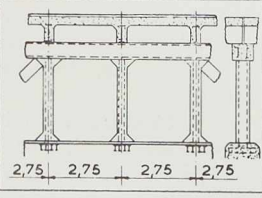
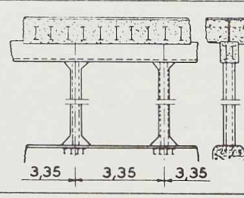
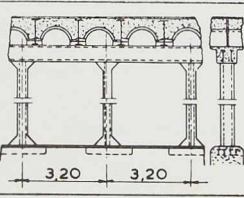
Type de l'ouvrage			
	Type 1	Type 2	Type 3
Superstructure	Poutrelles enrobées avec tablier en béton armé	Poutrelles noyées dans le béton avec tablier en béton armé	Poutrelles noyées dans le béton avec voussettes moulées d'avance et tablier en béton armé
Appuis	Chevalets métal. rivés enrobés de béton et culées en béton	Chevalets métal. rivés enrobés de béton	Chevalets métal. rivés enrobés de béton; culées en béton
Poids d'acier en kg par m ² du pont			
Superstructure	85	135	275
Appuis	49	116	74
Total	134	251	349

TABLEAU I. — Caractéristiques de ponts en poutrelles enrobées en usage en Grande-Bretagne.

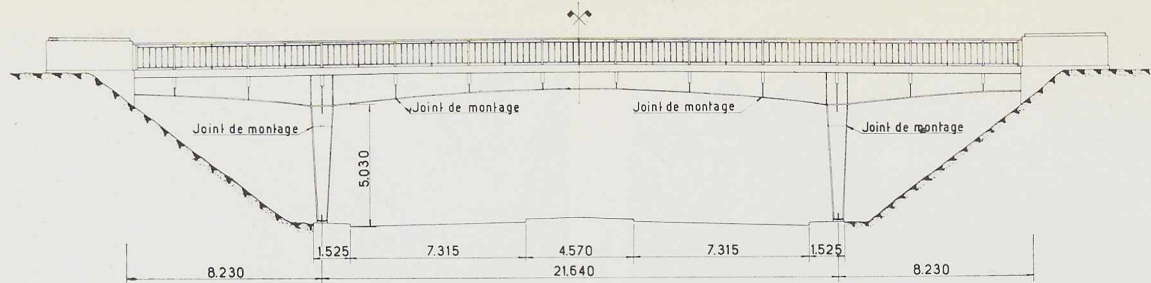


Fig. 400. Projet-type 1 d'un pont pour auto-route.

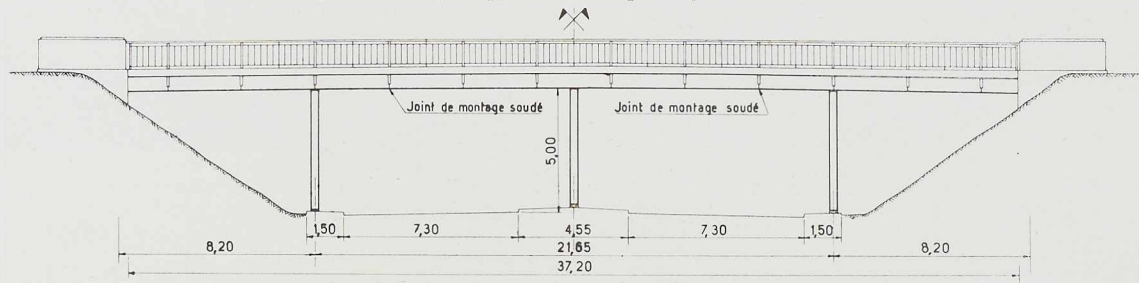


Fig. 401. Projet-type 2 d'un pont pour auto-route.

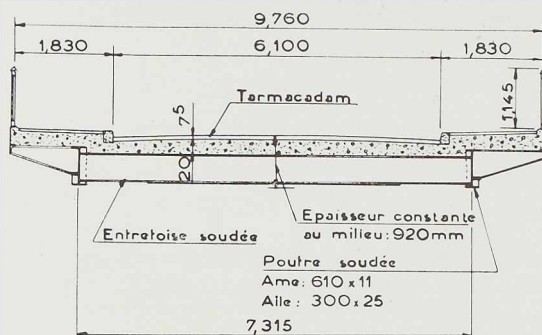


Fig. 402. Coupe dans le tablier du projet-type 2.

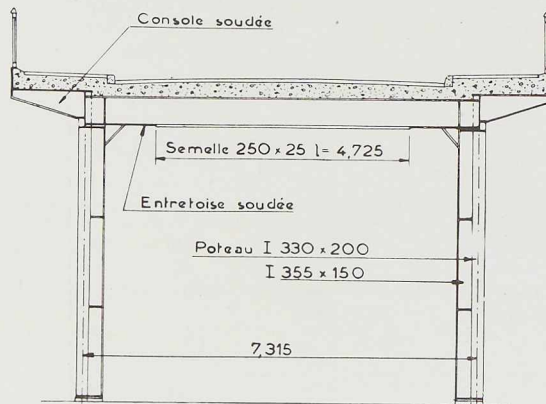


Fig. 403. Coupe dans le pont de la figure 401, montrant les piliers métalliques.

Les auto-routes projetées étant destinées au trafic routier rapide, de nombreux ponts devront être construits au-dessus ou en dessous de ces routes aux endroits de croisement. Etant donné le grand nombre d'ouvrages similaires, il y a intérêt à standardiser les projets. Cette façon de faire permettra de réduire les travaux sur place au minimum, tout en compressant fortement les prix.

La soudure électrique ne manquera pas de jouer un rôle important.

Les figures 400 et 401 montrent les principales dispositions de deux projets de ponts-types. Ces ouvrages sont destinés à porter une route reconstruite au-dessus d'une auto-route.

Les caractéristiques du projet-type 1 sont les suivantes : le pont, du type à béquilles, établi au-dessus d'une auto-route de 22^m25 de largeur, porte un tablier livrant passage à une chaussée de 6^m10 et deux trottoirs de 1^m85. Le pont est à trois travées de 8^m25, 21^m65 et 8^m25 de portée. Le système portant est constitué par deux portiques soudés espacés de 7^m30 d'axe en axe. Le poids total de la construction métallique est de 140 kg par m² du pont.

Dans le deuxième projet-type, le système portant est constitué par deux poutres continues à quatre travées. Le tablier, en béton armé, est porté par des poutres transversales espacées de 3^m10. La longueur de l'ouvrage entre culées est de 37^m20. Les dispositions générales sont données à la figure 401. Tous les assemblages sont réalisés par soudure électrique. La hauteur de la superstructure de la travée est de 92 centimètres. La dépense de métal est de 117 kg par m² du pont.





Fig. 404. Vue générale du chantier de l'Esso Building du Rockefeller Center, montrant le derrick en service.

Relèvement d'un derrick de montage ⁽¹⁾

Pour la construction de gratte-ciel, le montage des charpentes métalliques exige l'emploi de derricks haubanés dont le principe n'a guère changé depuis 40 ans, c'est-à-dire depuis le remplacement du mât en bois par un mât métallique d'une plus grande légèreté.

C'est ainsi que pour la construction de l'Esso Building à New-York, d'une hauteur de 33 étages, on utilisa des derricks d'une force de 16 tonnes dont le mât principal avait 30 mètres de hauteur et le bras 27 mètres. Ces derricks ser-

vaient à la construction de deux étages, on les remontait ensuite pour continuer la construction. Pour effectuer ce déplacement en un minimum de temps, on procéda de la manière suivante (fig. 405-413) : le bras détaché du mât principal était dressé verticalement et haubané; le crochet fixé au mât principal, soulevait celui-ci de la hauteur de deux étages où on le fixa sur un poutrellage *ad hoc*; renversant les rôles, le mât principal soulevait à son tour le bras.

Le déplacement complet du derrick s'effectuait en 4 heures, ce qui constitue une sorte de record.

L'Esso Building, pour lequel on utilisa ces derricks, fut construit par l'entrepreneur John W. Harris Associates Inc., de New-York, d'après les plans des architectes Carson et Lundin.

⁽¹⁾ L'excellente revue américaine *Construction Methods* a publié le détail de l'opération délicate que constitue le relèvement d'un derrick. Cette revue nous a aimablement communiqué les photos qui illustrent cet article.

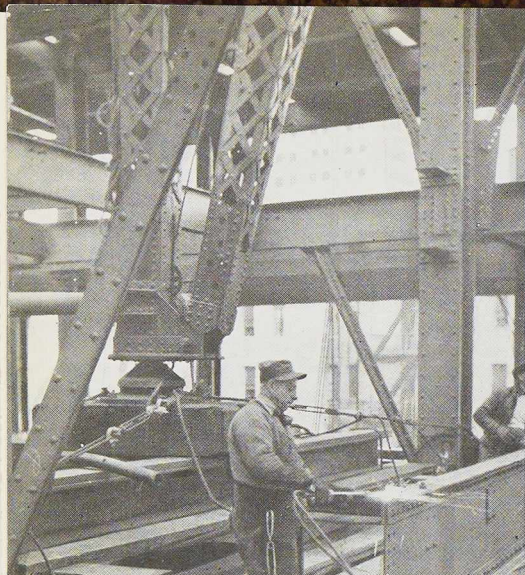


Fig. 405. Le derrick prenant appui, sur un poutrellage provisoire, est utilisé pour le montage de la charpente de deux étages.



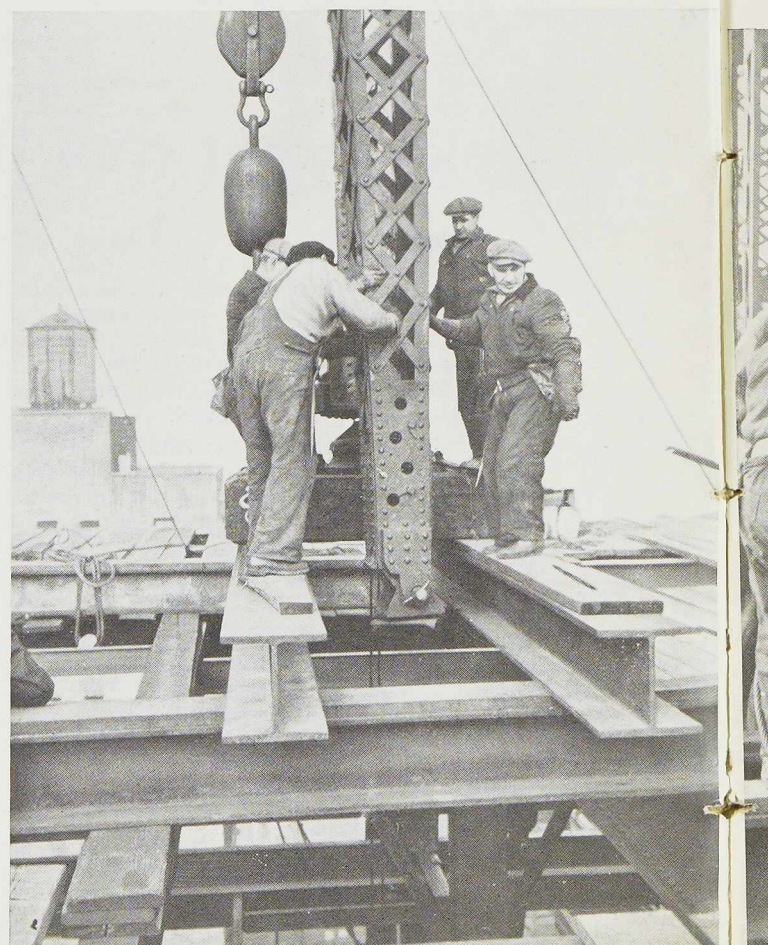
Fig. 406. Pour la continuation des travaux, il faut remonter le derrick de deux étages; dans ce but, on amène le bras contre le mât, ce qui permet de compléter la poutraison du plancher supérieur.



Fig. 407. Au niveau supérieur, provisoire, semblable à celui se bas, et destiné à porter le

Fig. 411 et 412. Le bras, à son tour, est et, après une deuxième rotation, pour est fixé à la

Fig. 410. Arrivé à hauteur voulue, le mât est fixé à son nouvel emplacement et solidement haubané. A son tour, il servira de point d'appui pour soulever le bras.





érieur,
lui se
ter le

on place un poutrellage pro-
trouvant deux étages plus
derrick rehaussé.

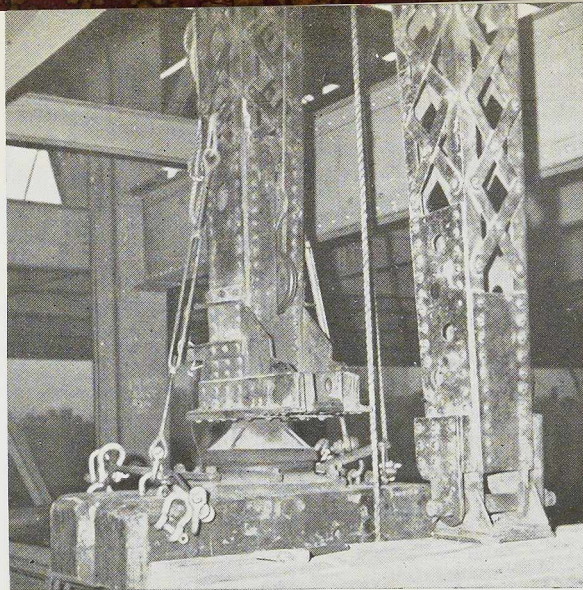


Fig. 408. Au niveau précédent, le bras est détaché du mât et posé sur un sabot provisoire sur lequel il prendra appui pendant les opérations qui vont suivre.

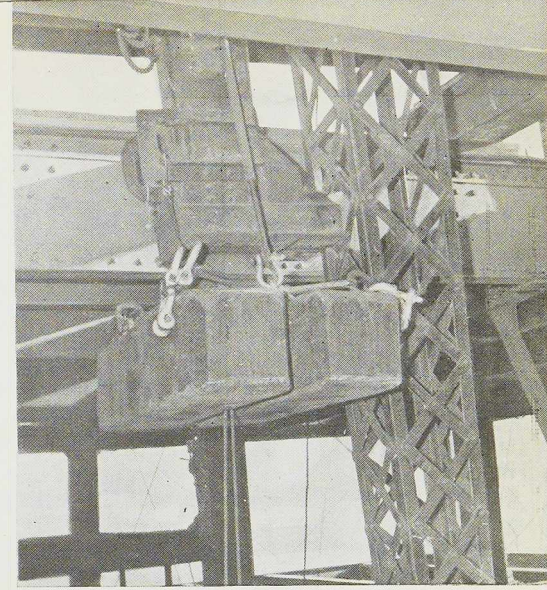


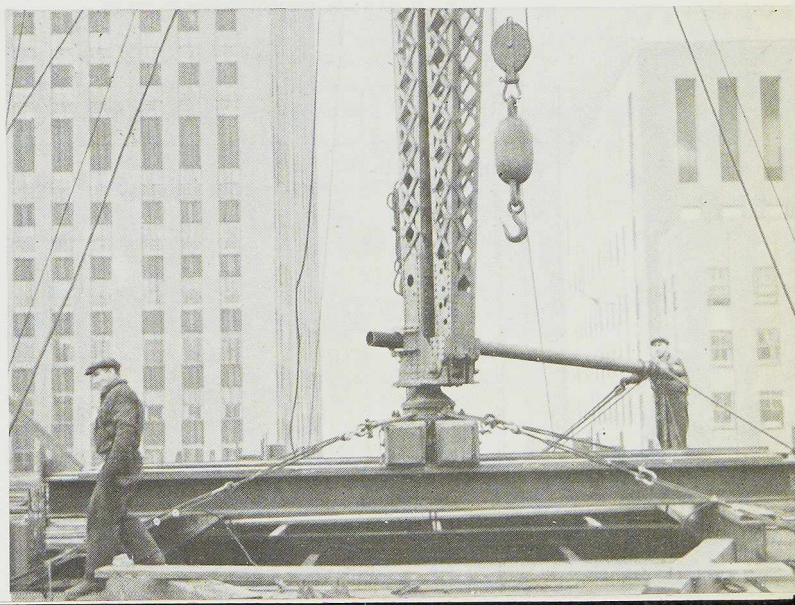
Fig. 409. Le bras, après rotation de 180° pour amener le crochet de levage du côté du mât, est haubané. Le mât auquel reste fixé le sabot de service est soulevé ensuite par le crochet du bras.

ar, est
pour
à la

soulevé d'une hauteur de deux étages
être amené dans sa position de travail,
base du mât.



Fig. 413. Le déplacement achevé, le derrick peut de nouveau entrer en action à un nouvel emplacement, 4 heures après le début de l'opération.



Le calcul des profils en tôles minces pliées

L'American Iron and Steel Institute (A.I.S.I.) a publié en avril 1946 une spécification concernant le calcul des profils en tôles minces pliées.

Chapitre I. — Généralités

La spécification de l'A. I. S. I. s'applique au calcul des éléments portants de la construction, formés par pliage à froid de tôles minces, dont l'épaisseur est inférieure à 4,8 mm ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Cette spécification complète l'ensemble des spécifications établies par l'American Institute of Steel Construction ainsi que par le Steel Joist Institute (Institut pour les poutrelles à treillis en acier).

⁽²⁾ La spécification A 245 T concerne les tôles laminées à chaud de 1 à 5 mm d'épaisseur pour les largeurs inférieures à 15 cm, de 1 à 6 mm d'épaisseur pour les largeurs de 15 à 120 cm. La composition chimique est la suivante :

Teneur maximum en carbone :	0,25 %
(0,10 % pour le procédé Bessemer acide)	
Teneur maximum en phosphore :	0,04 %
(0,11 % pour le procédé Bessemer acide)	
Teneur maximum en soufre :	0,05 %
(0,06 % pour le procédé Bessemer acide)	

Une teneur en cuivre d'au moins 0,20 % peut être spécifiée. Les caractéristiques mécaniques sont :

	Nuance A	Nuance B	Nuance C
Tension de rupture	31,5 kg/mm ²	35,4 kg/mm ²	38,5 kg/mm ²
Limite d'élasticité	17,5 kg/mm ²	21 kg/mm ²	23,1 kg/mm ²
Allongement (rep. à 50 mm) . . .	25 %	23 %	18 %

Il existe également une nuance commerciale pour laquelle la réception ne comporte qu'un essai de pliage.

La spécification A 246 T concerne les tôles laminées à froid de 0,5 à 1 mm d'épaisseur. La composition chimique est la suivante :

Teneur maximum en carbone :	0,25 %
(0,10 % pour le procédé Bessemer acide)	
Teneur maximum en phosphore :	0,06 %
(0,11 % pour le procédé Bessemer acide)	
Teneur maximum en soufre :	0,05 %
(0,05 % pour le procédé Bessemer acide)	

Une teneur en cuivre d'au moins 0,20 % peut être spécifiée.

	Nuance A	Nuance B	Nuance C
Tension de rupture (R)	33,6 kg/mm ²	36,4 kg/mm ²	38,5 kg/mm ²
Limite d'élasticité (R _e)	17,5 kg/mm ²	21 kg/mm ²	23,1 kg/mm ²
Allongement (A) (rep. à 50 mm) . . .	29 %	25 %	22 %

Il existe également une nuance commerciale soumise uniquement à un essai de pliage.

Sauf mention contraire, l'acier utilisé sera conforme à celui spécifié par l'American Society for Testing Materials (A.S.T.M.) pour l'acier au carbone, laminé en tôle mince plane, sous les désignations A 245-T et A 246-T, dernière édition, nuances A, B et C; cet acier est comparable, malgré sa teneur relativement élevée en carbone, aux aciers A 34 et A 37 ⁽²⁾ des terminologies belges et françaises.

L'emploi d'aciers, à limite de rupture plus élevée que celle mentionnée dans les spécifications A. S. T. M., est autorisé dans les cas portant la mention « autres nuances », à condition de tenir compte des valeurs minima garanties pour ces aciers par le producteur. Cette remarque ne s'applique toutefois pas aux aciers ordinaires au carbone, pour lesquels on ne dépassera pas les caractéristiques mécaniques indiquées pour la nuance C ⁽³⁾.

Chapitre II. — Méthodes de calculs

1. Méthode

Sauf mention contraire, tous les calculs concernant les charges, tensions et déformations seront effectués selon les méthodes conventionnelles utilisées dans la construction.

2. Définitions

Les termes mentionnés dans cette spécification ont la signification indiquée ci-après :

a) *Eléments comprimés raidis* : Ce terme s'applique à des voiles comprimés dont tous les deux bords, parallèlement à la direction de l'effort, sont raidis conformément aux données reprises à ce même chapitre au 3, c.

⁽³⁾ Dans la spécification ci-après interviennent des formules dont certaines ne sont pas homogènes; cette anomalie s'explique du fait que certaines variables ont été remplacées par leurs valeurs numériques respectives. Ceux de nos lecteurs qui s'intéressent à l'obtention de ces formules, ainsi qu'à la raison d'être des diverses variables auxiliaires, trouveront l'explication dans le bulletin n° 35 édité par le Centre expérimental de la « Cornell University » (en consultation à notre bibliothèque).



b) *Eléments comprimés non raidis* : Tout élément plat ne répondant pas à la définition précédente, même raidi le long d'un bord, sera considéré comme « non raidi ».

c) *Rapport b/e* : C'est le rapport de la partie plane b , arrondis d'extrémités exclus, du côté envisagé d'une section droite, à l'épaisseur e de cet élément. En cas de sections en I, T, U et Z, cette largeur est à considérer sur la partie faisant saillie sur l'âme; pour des sections à âmes multiples, telles que les sections en caisson, on considérera la largeur entre deux âmes adjacentes.

d) *Largeur effective* : Lorsque la largeur plane (b) d'un élément est réduite, pour les besoins du calcul, à la valeur b' , celle-ci est appelée *largeur effective*. Celle-ci sera calculée comme indiqué aux paragraphes 3, a, 3, b et 3 c.

e) *Sections en caisson* : Profil dont la section est fermée.

f) *Section en U* : Profil analogue au précédent, mais dont un côté n'est pas fermé.

g) *Eléments à raidisseurs multiples* : C'est un élément comportant un ou plusieurs raidisseurs intermédiaires, parallèles à la direction de l'effort, et qui divisent cet élément en un certain nombre d'éléments plus étroits et dont on considérera chacun individuellement; ces raidisseurs doivent répondre aux indications reprises ci-après au 3, c.

3. Caractéristiques des profilés

Les caractéristiques des profilés (surface de la section; moment d'inertie, module de flexion, rayon de giration, etc.) seront déterminées selon les méthodes habituelles de calcul et seront basées sur la section totale (ou de la section nette, lorsqu'on emploie habituellement la section nette), sauf lorsque l'on fait emploi d'une section réduite ou de la largeur effective.

a) *Caractéristiques des éléments comprimés raidis*

Largeur effective : Pour déterminer les caractéristiques du profilé pour les éléments soumis à flexion, et la valeur Q (chapitre II, 6, a) pour les éléments comprimés, la largeur plane b d'un élément comprimé raidi ayant un rapport $b/c > 25$ sera réduit, pour les besoins du calcul, à la valeur effective b' , déterminée suivant les formules ci-après; le tableau I donne les valeurs pour des taux de travail de 12,7 kg/mm² (tension de 18 000 lb/sq.in admise dans les pays anglo-saxons), ainsi que pour 12 et 14 kg/mm².

Pour la détermination des tensions

En considérant la valeur auxiliaire

$$A = \frac{35 + \sqrt{35^2 - 0,872 (572 \sqrt{\sigma} - 71 \sigma)}}{572 \sqrt{\sigma} - 71 \sigma} \cdot 10^3,$$

formule dans laquelle σ est donnée en kg/mm², on déterminera la largeur effective par une des deux formules suivantes, selon la valeur de $\frac{b}{e}$

$$\text{pour } \frac{b}{e} \leq A$$

$$\frac{b'}{e} = \frac{12\,300 \left(\frac{b}{e} - 25 \right)}{\sigma \cdot A^2} + 25$$

$$\text{pour } \frac{b}{e} > A$$

$$\frac{b'}{e} = \frac{202}{\sqrt{\sigma}} \left[1 - \frac{61}{\frac{b}{e} \sqrt{\sigma}} \right].$$

Pour la détermination des déformations

En considérant la valeur auxiliaire :

$$B = \frac{64,4 + \sqrt{(64,4)^2 - 1,61 (780 \sqrt{\sigma} - 71 \sigma)}}{780 \sqrt{\sigma} - 71 \sigma} \cdot 10^3$$

on déterminera la largeur effective par une des deux formules suivantes, selon la valeur de $\frac{b}{e}$

$$\frac{b}{e} \leq B$$

$$\text{pour } \frac{b'}{e} = \frac{22\,700 \left(\frac{b}{e} - 25 \right)}{\sigma \cdot B^2} + 25.$$

$$\frac{b}{e} > B$$

$$\frac{b'}{e} = \frac{275}{\sqrt{\sigma}} \left[1 - \frac{83}{\frac{b}{e} \sqrt{\sigma}} \right].$$

b) *Valeurs maxima du rapport $\frac{b}{e}$*

La valeur limite de ce rapport sera de 60, sauf pour les éléments comprimés raidis, dont les deux bords sont fixés à une âme (profils en U ou en caisson) pour lesquels ce rapport peut atteindre 500.

Pour les éléments renforcés plusieurs fois, on considérera les valeurs limites de 60 ou 500 pour

$\frac{b}{e}$	18 000 lb/sq. in (12,7 kg/mm ²)		12 kg/mm ²		14 kg/mm ²	
	Tension	Déformation	Tension	Déformation	Tension	Déformation
25	25	25	25	25	25	25
30	27,5	38,4	27,6	28,4	27,3	28,4
35	30	31,5	30,3	31,5	29,6	31,5
40	32,5	34,8	33	34,8	31,9	34,8
43,6	—	—	—	—	33,6	—
43,8	34,5	—	—	—	—	—
44	—	—	35	—	—	—
45	35	38	35,5	38,1	34,5	37,9
50	37,3	41,3	37,7	41,4	36,5	41,2
50,3	—	—	—	—	—	—
52,4	—	42,8	—	—	—	—
53,7	—	—	—	43,6	—	—
60	40,5	4,2	41,1	47,5	39,4	46,6
70	42,8	51,4	43,6	52	41,5	50,4
80	44,5	54,7	45,4	55,4	43	53,3
90	45,9	57,1	46,8	58	44,3	55,6
100	47,0	59,1	47,9	60,2	45,2	57,4
120	48,5	62,8	49,6	63,3	46,7	60,2
140	49,7	64,2	50,8	65,6	47,7	62,1
160	50,5	65,8	51,8	67,3	48,8	63,5
180	51,2	67	52,4	68,7	49,1	64,6
200	51,8	68	53	69,7	49,6	65,5
225	52,3	69	53,6	70,7	50,1	66,5
250	52,8	69,8	54	71,6	50,5	67,2
275	53,1	70,4	54,4	72,3	50,8	67,7
300	53,4	71	54,7	72,8	51,1	68,2
350	53,9	71,9	55,2	73,8	51,5	69,1
400	54,2	72,5	55,6	74,5	51,8	69,6
450	54,5	72,9	55,9	75	52	70,1
500	54,7	73,4	56,1	75,4	52,2	70,4
A	43,8		44		43,6	
B	52,4		53,7		50,3	

TABLEAU I. — Valeurs de b/e pour un taux de travail de 12,7 kg/mm², 12 kg/mm² et 14 kg/mm²

chacun des sous-éléments, selon le cas; la largeur pourra toutefois être limitée par la considération qui suit :

Pour limiter le cintrage de l'aile vers l'axe neutre, la largeur en saillie de l'aile, pour un élément d'une largeur inusitée, au delà de l'arrondi de l'âme, sera inférieure à

$$b_{\max} = 35,5 \sqrt{\frac{e \cdot h}{\sigma_{\text{moyen}}}} \sqrt{D}$$

cette largeur pouvant être doublée pour les pro-

files en U ou en caisson; D est le rapport en % du cintrage à la hauteur du profil.

c) Raidisseurs pour éléments comprimés

Afin de pouvoir considérer un élément comprimé comme « raidi », chacun de ses bords, parallèlement à la direction de l'effort, devra être renforcé par une âme, un bord plié ou tout autre système raidisseur, dont le moment d'inertie sera donné par la formule (voir tableau II) :

$$I \geq 1,83 e^4 \sqrt{\left(\frac{b}{e}\right)^2 - 144}$$

Pour les raidisseurs intermédiaires, raidissant les éléments comprimés de part et d'autre du raidisseur, ce moment d'inertie minimum doit être double. Lorsque le raidissement est constitué par la tôle elle-même, pliée à angle droit, la largeur de ce pli doit être de (voir tableau II) :

$$d \geq 2,8 e \sqrt{\left(\frac{b}{e}\right)^2 - 144}$$

Lorsque le raidisseur est fixé par rivure ou par points de soudure, l'écartement des points de fixation ne dépassera pas le tiers de la largeur plane de l'élément raidi.

$\frac{b}{e}$	I_{\min}	d_{\min}
≤ 12	0	0
13	9,2 e^4	4,8 e
14	13,2 e^4	5,4 e
16	19,4 e^4	6,2 e
18	24,6 e^4	6,7 e
20	29,3 e^4	7,1 e
25	40,2 e^4	7,8 e
30	50,4 e^4	8,5 e
40	69,9 e^4	9,4 e
50	89,0 e^4	10,2 e
60	106,6 e^4	10,9 e
> 60	$1,83 e^4 \frac{b}{e}$	$2,8 e \sqrt{\frac{b}{e}}$

TABLEAU II. — Largeur minimum du pli du raidisseur.

$\frac{l}{b}$	30	25	20	18	14	12	10	8
$\frac{b'}{b}$	1	0,95	0,90	0,86	0,80	0,75	0,70	0,65

TABLEAU III. — Valeur limite de la largeur effective



d) Ailes comprimées non entretoisées latéralement

Pour les profils en caissons, le rapport de la longueur d'aile non entretoisée latéralement à la largeur brute de la section ne dépassera pas la valeur de 75.

e) Poutre de faible portée soumise à des charges concentrées

Lorsque la portée l est inférieure à 30 fois la largeur b de l'aile en saillie au delà de l'arrondi à l'âme (pour les sections en caisson, c'est la moitié de la largeur plane des ailes) et lorsqu'elle supporte une ou des charges concentrées, dont l'écart est supérieur à $2b$, la largeur effective b' sera limitée par le tableau III.

$\frac{b}{e}$	Tension de compression admise pour une tension admissible de :				
	12,7	11,6	9,5	11 kg/mm ²	12 kg/mm ²
	kg/mm ² (Nuance C)	kg/mm ² (Nuance B)	kg/mm ² (Nuance A)	(Nuances belges)	
< 12	12,7	11,6	9,5	14	12
14	11,9	11,0	9,1	13,1	11,3
16	11,1	10,3	8,7	12,1	10,6
18	10,3	9,7	8,2	11,2	9,9
20	9,6	9,0	7,8	10,3	9,2
22	8,8	8,3	7,4	9,4	8,5
24	8,0	7,7	7,0	8,5	7,8
26	7,3	7,0	6,6	7,6	7,1
28	6,5	6,4	6,2	6,6	6,4
30	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
32			5,5		
34			5,3		
36			5,1		
38			4,9		
40			4,7		
42			4,5		
44			4,3		
46			4,1		
48			3,9		
50			3,6		
52			3,4		
54			3,2		
56			3,0		
58			2,8		
60			2,6		

TABLEAU IV. — Tension de compression admise

Remarque : Pour les ailes tendues de poutrelles raidies par bord extérieur plié, b sera pris égal à la saillie de l'aile augmentée de la hauteur du bord plié.

Chapitre III. — Tensions admissibles

1. Tensions de base (σ adm.)

Elles seront conformes aux spécifications de l'A. S. T. M., sous les désignations A 246 T (tôles de 0,57 à 1,2 mm épaisseur) et A 245 T (tôles de 1,20 à 6,35 mm épaisseur).

2. Tension de compression (σ_c) sur éléments non raidis

$$\frac{b}{e} \leq 12 \quad \sigma_c = \sigma_{adm}$$

$$12 < \frac{b}{e} \leq 30 \quad \sigma_c = [1,67 \sigma_{adm} - 3,82]$$

$$- \frac{\sigma_{adm} - 5,73}{18} \times \frac{b}{e}$$

$$30 < \frac{b}{e} \leq 60 \quad \sigma_c = 8,9 - 0,105 \frac{b}{e}$$

3. Ailes comprimées non entretoisées latéralement

La tension admissible sur les fibres extrêmes des ailes comprimées, non entretoisées latéralement, pour les poutrelles en flexion (à l'exclusion des profils à nervures multiples, en U et en caisson) sera inférieure à la valeur ci-après, sans toutefois dépasser σ_{adm} , ni σ_c .

$$\sigma_c' \leq \frac{176\,000}{\left(\frac{l}{i_y}\right)^2}$$

l étant la largeur non entretoisée de l'élément et i_y le rayon de giration par rapport à l'axe principal parallèle à l'âme.

4. Tension admissible pour le cisaillement de l'âme (τ)

$$\tau \leq \frac{45\,000}{\left(\frac{h}{e}\right)^2} \text{ sans toutefois dépasser } \frac{2}{3} \sigma_{adm}$$

h étant la distance entre les ailes, à la naissance des arrondis. Lorsque l'âme est constituée de deux ou plusieurs tôles, chacune sera considérée comme un élément distinct. Si ces tôles sont réunies par une ligne de soudure parallèle aux ailes, h sera la plus grande des distances entre les lignes de soudure ou entre une ligne de soudure ou une aile, à condition que l'espacement longitudinal des soudures n'excède pas $h/3$.



$\frac{h}{e}$	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170
φ	9,2	7,0	5,6	4,5	3,7	3,1	2,7	2,3	2,0	1,8	1,6

TABLEAU V. — Tension de cisaillement admissible

5. Voilement de l'âme d'une poutre

Afin d'éviter le voilement d'une poutre, toute charge concentrée (ou réaction d'appui) sera inférieure à :

a) Entre deux points d'appui ou réactions aux appuis des poutres continues.

$$P \leq e^2 \cdot \sigma_{adm} \left(11,1 + 2,41 \sqrt{\frac{l}{e}} \right)$$

l étant la longueur d'appui avec une valeur minimum de

$$l_{min} = e \left[\frac{P}{2,41 e^2 \sigma_{adm}} - 4,62 \right]^2$$

b) En porte-à-faux ou réactions simples aux extrémités des poutres.

$$P \leq e^2 \sigma_{adm} \left(7,4 + 0,93 \sqrt{\frac{l}{e}} \right)$$

avec

$$l_{min} = e \left[\frac{P}{0,93 e^2 \sigma_{adm}} - 8,00 \right]^2$$

Lorsque l'âme est constituée de deux ou plusieurs tôles, chacune sera considérée comme un élément séparé rapportant sa propre part de la charge ou de la réaction.

6. Éléments comprimés, chargés axialement

a) Tension unitaire

Ω étant la section du profilé, le taux du travail admissible $\frac{P}{\Omega}$ (en kg/mm²) sera donné par :

$$\text{pour } \frac{l}{i} \leq \frac{636}{\sqrt{R_e} \sqrt{\varphi}}$$

$$F_{adm} = \frac{P}{\Omega} = 0,464 \varphi \cdot R_e - \frac{0,57 \varphi^2 R_e^2}{10^6} \left(\frac{l}{i} \right)^2$$

$$\text{pour } \frac{l}{i} > \frac{636}{\sqrt{R_e} \sqrt{\varphi}} \\ \frac{P}{\Omega} = \frac{94\,200}{\left(\frac{l}{i} \right)^2}$$

formules dans lesquelles R_e : limite d'élasticité
 Q : facteur déterminé comme suit :

α) Profil dont tous les éléments sont raidis

$$\varphi_1 = \frac{\text{Surface effective}}{\text{Surface brute de la section droite}} \leq 1.$$

La surface effective sera déterminée à partir de la largeur effective des éléments, largeur basée sur la tension admissible σ_{adm} .

β) Profil composé uniquement d'éléments non raidis

$$\varphi_2 = \frac{\sigma_e \text{ de l'élément le moins résistant}}{\sigma_{adm}}$$

γ) Profil composé d'éléments raidis et non raidis.

$$\varphi_3 = \varphi_1 \times \varphi_2.$$

Le facteur de surface φ_1 comprendra au numérateur la surface effective des éléments raidis, augmentée de la surface réelle des éléments non raidis.

Le facteur de contrainte φ_2 sera déterminé comme ci-dessus.

b) Rapport d'élançement maximum (l/i)

Colonnes (sauf mention contraire) . . .	120
Montants chargés	160
Éléments secondaires	200

Pendant le montage, la valeur de 300 sera tolérée, à condition d'étaçonner suffisamment la construction.

7. Éléments soumis à tension composée

Pour tous les éléments on devra avoir

$$\frac{\sigma_a}{F_a} + \frac{\sigma_b'}{F_b} \leq 1.$$

σ_a et σ_b' étant les tensions admises et F_a et F_b les tensions admissibles en cas de tensions de compression ou de flexion pures.

Chapitre IV. — Assemblages

1. Généralités

L'assemblage devra être proportionné pour transmettre la tension maximum entre les éléments assemblés, compte tenu de l'excentricité. Les éléments soumis à des contraintes alternées seront calculés d'après la somme des tensions.



2. Soudures

α) *Soudure à l'arc.* Dans toute soudure, les tensions maxima seront inférieures à :

7,9 kg/mm² en cisaillement
et 9,1 kg/mm² en traction.

β) *Soudure par points.* Chaque point sera calculé pour un effort suivant le tableau ci-après, recommandé par l'American Welding Society (1).

Epais. de la tôle la plus mince <i>e</i>	Effort à transmettre par point <i>F</i>
0,25 mm	22 kg
0,50	56 kg
0,75	100 kg
1	158 kg
1,25	238 kg
1,50	328 kg
2	488 kg
2,40	623 kg
2,80	748 kg
3,20	907 kg
3,95	1 225 kg
4,7	1 495 kg

TABLEAU VI. — Effort à transmettre par point soudé

3. Assemblage par soudure de 2 fers U, pour constituer une poutrelle

Chaque point soudé devra supporter un effort de :

$$F = \frac{m q s}{2 c}$$

formule dans laquelle

s : distance entre points de soudure;
c : écartement des lignes de soudure extrêmes (le cas échéant $c = h$);
m : distance du centre de cisaillement du fer U à l'axe de l'âme.

Pour fers U simples :

$$m = \frac{b^2}{2b + \frac{h}{3}}$$

Pour fers U avec bords pliés :

$$m = \frac{b h}{2} \left[\frac{b h + 2 d (h - d)}{b h^2 + \frac{h^3}{6} + d (h - d)^2} \right]$$

(1) Nous rappelons qu'une méthode de calcul des soudures par points, due à M. A. Joukoff, a paru dans *L'Ossature Métrique*, n° 3-1947, pp. 138 à 149.

q : charge linéaire de la poutre obtenue en divisant la valeur absolue des charges concentrées (ou des réactions) par la longueur d'appui ou par l'espacement longitudinal des soudures, en prenant la plus grande des deux valeurs.

Dans le cas de charge « uniformément répartie » $q = 3$ fois la charge par cm.

La résistance exigée d'une soudure dépend de la concentration de la charge à l'endroit de la soudure. Pour cette raison, si celle-ci est réalisée par des points équidistants d'égale diamètre, la résistance sera déterminée au point le plus sollicité. Dans le cas où ce procédé requiert une réalisation peu économique (points trop rapprochés) on utilisera un des deux procédés suivants :

1) Variation de l'espacement des points de soudure, en concordance avec l'intensité de la charge.

2) Fixation de couvre-points soudés à l'endroit de la concentration des efforts. La tension de cisaillement de ces assemblages sera déterminée par la formule ci-avant, dans laquelle *c* représente la hauteur de la poutre.

Chapitre V. — Calcul des montants noyés dans un mur

Le mur assure au montant un certain support latéral, qui le maintient dans le plan du mur, à condition de répondre aux points suivants :

1) Les matériaux, constituant le mur, doivent être liés aux deux ailes du montant.

2) L'espacement entre les attaches du mur aux montants ne dépassera pas

$$a \leq 14 i_2 \cdot \frac{i_2}{\sqrt{R_e}}$$

i_2 étant le rayon de giration du montant, par rapport à l'axe principal perpendiculaire au mur.

3) Le module du support élastique *K* (en kg/cm), reliant le mur au montant, devra être au moins égal à

$$K \geq \frac{R_e^2}{667} \cdot a \cdot \frac{\Omega^2}{I_2}$$

a est un coefficient d'espacement des points d'attache (pour une liaison continue : $a = 1$).

K est le rapport de la force à l'allongement produit sur une bande de mur de largeur *a* et de la longueur égale à la distance entre deux montants adjacents.

4) Chaque point de fixation du montant au



mur devra être capable de supporter un effort latéral :

$$F_{\min} = \frac{1}{240} \frac{K' \cdot e \cdot P}{\sqrt{\frac{E \cdot I_2 \cdot K'}{a} - P}}$$

E : module d'élasticité de l'acier;
K : module du support élastique;
e : longueur du montant;
P : charge à supporter;
I₂ : moment d'inertie du montant par rapport à son axe principal perpendiculaire au mur;
a : espacement des attaches.

Chapitre VI. - Essais

1. Cas spéciaux

Dans le cas où l'assemblage ne peut être déterminé par le calcul, les caractéristiques seront déterminées par des essais adéquats.

2. Essais

Les essais seront conformes à ce qui suit :

a) Lorsque le résultat des essais doit être basé sur une valeur moyenne, un minimum de trois essais sera effectué : chacun des essais doit donner un résultat ne dépassant pas $\pm 10\%$ la valeur moyenne; dans le cas contraire, on effectuera trois nouveaux essais et on considérera la moyenne la plus basse;

b) La charge admissible doit être prévue de manière que l'élément puisse supporter une charge totale égale au double de la charge calculée et qu'il ne se produise pas de déformation locale excessive sous une charge égale au poids mort, augmenté de 150 % de la charge calculée;

c) Les propriétés élastiques seront déterminées sous une charge égale à 75 % de la charge maximum que l'élément peut supporter ou bien sous une charge égale au poids mort augmenté de 150 % de la charge utile, en choisissant le cas le plus défavorable;

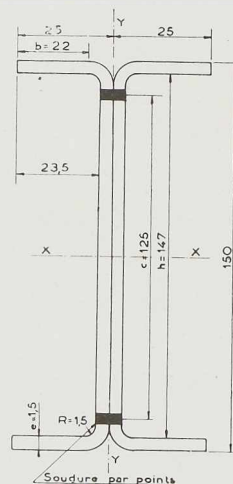
d) Les essais seront effectués dans un laboratoire d'essais indépendant ou appartenant au producteur.

Exemples de calculs

Les exemples exposés en détail dans cette annexe ont été choisis pour illustrer les prescriptions de la présente spécification qui traitent de la résistance ou de la stabilité des ailes ou des âmes minces comprimées. Ils ont pour but d'indiquer les dispositions qui diffèrent de celles du calcul ordinaire des charpentes métalliques.

La variété des sections réalisables en tôle et en feuillard d'acier est pratiquement illimitée. Pour bien montrer l'application de la présente spécification à des genres divers de section, on étudiera un certain nombre de formes différentes. On peut appliquer les mêmes principes à la plupart des autres sections droites rectilignes.

Dans les exemples qui suivent, toutes les sections ont de petits arrondis de pliage aux angles. Pour certains des exemples (3, 4, 5) on a calculé les propriétés en admettant, pour simplifier, des angles droits. On aurait des résultats plus exacts en tenant compte des rayons d'arrondis mais la différence serait d'un faible pourcentage.



Exemple n° 1

Déterminer la charge uniformément répartie admissible pour une poutre de 3^m60 de portée, constituée par deux fers U de 150 × 25 × 1,5 mm, assemblés par deux lignes de points de soudure écartées de 125 mm. La tension admissible est de 12,7 kg/mm². Nous supposons que l'aile supérieure est entretoisée sur toute sa longueur.

a) Calcul des tensions de compression (ch. III, 2)

La tension de compression dépend du rapport b/e qui est compris entre 12 et 30

$$\frac{b}{e} = \frac{22 \text{ mm}}{1,5 \text{ mm}} = 14,67$$

$$\sigma_c = [1,67 \sigma_{adm} - 3,82] - \frac{\sigma_{adm} - 5,73}{18} \cdot \frac{b}{e}$$

$$= 11,6 \text{ kg/mm}^2$$

D'après les formules

$$M = \sigma_c \times \left(\frac{I}{v} \right) = \frac{P \cdot l}{8}$$



on déduit la charge uniformément répartie

$$P = 586 \text{ kg} \text{ et } q = 161 \text{ kg/m.}$$

Rem. : Dans le cas, où l'aile supérieure n'est entretoisée latéralement que sur la moitié de sa longueur, il faudra considérer la formule :

$$\sigma_c = \frac{176\,000}{\left(\frac{l}{i}\right)^2} = 3,01 \text{ kg/mm}^2$$

ce qui donne les valeurs respectives suivantes :

$$P = 150 \text{ kg} \text{ et } q = 42 \text{ kg/m.}$$

b) *Calcul des tensions de cisaillement* (ch. III, 4)

L'effort tranchant, égal à la réaction aux appuis, vaut 293 kg, ce qui donne une tension de cisaillement $\tau = 0,67 \text{ kg/mm}^2$.

La tension de cisaillement admissible pour $\frac{h}{e} = \frac{147 \text{ mm}}{1,5 \text{ mm}} = 98$ est donnée par le tableau V et vaut $4,7 \text{ kg/mm}^2$. Les âmes satisfont donc largement.

c) *Calcul de la longueur d'appui* (ch. III, 5)

Pour les appuis simples, on prendra la formule

$$l_{\min} = e \left[\frac{P}{0,93 e^2 \sigma_{adm}} - 8 \right]^2 = 13,5 \text{ mm}$$

On choisira une longueur d'appui de 50 mm largement satisfaisante.

d) *Points de soudure unissant les deux fers U* (ch. IV, 3)

Pour les fers U simples sans raidisseurs aux extrémités, on aura :

$$m = \frac{b}{2b + \frac{h}{3}} = 5,72 \text{ mm.}$$

$s = 150 \text{ mm}$ (valeur admise dans le présent cas).

$e = 125 \text{ mm}$.

$q = 3 \times 1,61 = 4,83 \text{ kg/cm}^2$ (cas de charge uniformément répartie).

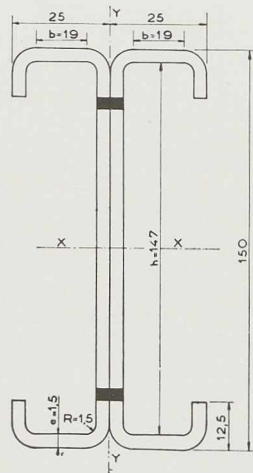
$$= \frac{293 \text{ kg}}{150 \text{ mm}} = 19,5 \text{ kg/cm}^2 \text{ (cas de la réaction d'appui).}$$

Chaque point soudé devra donc supporter un effort de

$$F = \frac{m q s}{2 e} = 6,7 \text{ kg.}$$

correspondant au cas le plus défavorable de $q = 19,5 \text{ kg/cm}$.

D'après le tableau VI, chaque point doit pouvoir transmettre 328 kg, ce qui montre que l'espacement choisi de 150 mm est plus que satisfaisant.



Exemple n° 2

Déterminer la charge uniformément répartie admissible pour une poutrelle semblable au cas précédent, mais dont les semelles comportent en outre des raidisseurs constitués par bord extérieur plié à 90°.

a) *Vérification de la hauteur des bords pliés* (ch. II, 3 c)

$$d \geq 2,8 e \sqrt{\left(\frac{b}{e}\right)^2 - 144} = 6,7 \text{ mm}$$

la valeur choisie de 12,5 mm est donc suffisante.

b) *Calcul des tensions de compression* (ch. III, 2)

En prenant la valeur de $12,7 \text{ kg/mm}^2$, le moment admissible sera de

$$12,7 \text{ kg/mm}^2 \times 26,2 \text{ cm}^3 = 332 \text{ kgm,}$$

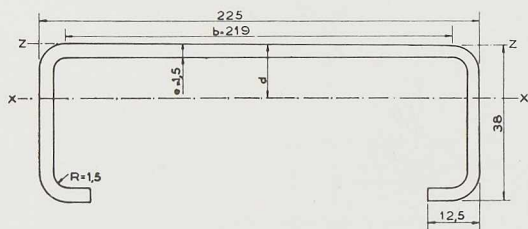
ce qui donne une charge totale de

$$P = 715 \text{ kg, soit } 200 \text{ kg/m.c.}$$

uniformément répartie.

Rem. : En comparant ce résultat avec celui de l'exemple précédent, nous constatons un gain de 24 % pour une augmentation de poids de 11 %.

Exemple n° 3



Déterminer le moment résistant d'une poutre en U.

L'axe neutre XX sera situé à une distance d de l'extrémité comprimée du profil et plus près de cette extrémité comprimée que de l'extrémité étirée; la tension de traction valant $12,7 \text{ kg/mm}^2$, on pourra déterminer la tension de compression dès qu'on connaîtra l'emplacement de l'axe neutre; or cet axe neutre est calculé pour la section effective qui, de son côté, dépend de la tension de compression. Il faudra donc opérer par approximations successives et considérer deux cas, suivant que ce moment résistant est destiné au calcul des tensions ou des déformations.

a) Les tensions constituent la considération principale :

Première approximation.

$$\sigma_c = 12,7 \text{ kg/mm}^2$$

$$\frac{b}{e} = \frac{219}{1,5} = 146 .$$

On déduit d'après le tableau I

$$b' = 50 e = 75 \text{ mm} .$$

L'axe neutre de cette section sera situé à 13 mm de l'axe ZZ et on aura une tension de compression de $6,6 \text{ kg/mm}^2$.

Deuxième approximation.

$$\sigma_c = 6 \text{ kg/mm}^2$$

$$\frac{b}{e} = 146 .$$

On en déduit $b' = 68,5 e = 103 \text{ mm}$.

L'axe neutre de cette section sera situé à 11,2 mm de l'axe ZZ et on aura une tension de compression de $5,3 \text{ kg/mm}^2$.

Troisième approximation.

$$\sigma_c = 5 \text{ kg/mm}^2$$

$$\frac{b}{e} = 146 \quad \text{ce qui donne} \quad b' = 73,5 e = 111 \text{ mm} .$$

La tension de compression réelle vaudra $5,2 \text{ kg/mm}^2$.

Le moment admissible sera donc égal à

$$\sigma_{adm} \times \left(\frac{1}{v} \right) = 12,7 \text{ kg/mm}^2 \times 2,36 \text{ cm}^3 = 29,9 \text{ kgm} .$$

section effect

b) Problème analogue, mais dans le cas où il s'agit de calculer les déformations.

Première approximation.

$$\sigma_c = 12,7 \text{ kg/mm}^2$$

$$\frac{b}{e} = 146 \quad \text{ce qui donne} \quad b' = 64,8 e = 97,2 \text{ mm} .$$

$$d = 11,7 \text{ mm} .$$

donnant une tension de compression de $5,7 \text{ kg/mm}^2$.

Deuxième approximation.

$$\sigma_c = 5 \text{ kg/mm}^2$$

$$\frac{b}{e} = 146 \quad \text{ce qui donne} \quad b' = 92 e = 138 \text{ mm} .$$

$$d = 10,2 \text{ mm} .$$

donnant une tension de compression de $4,65 \text{ kg/mm}^2$.

Troisième approximation.

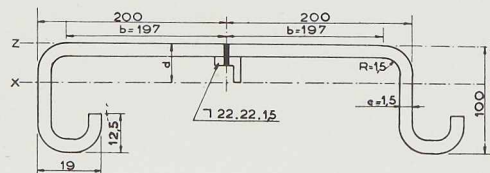
$$\sigma_c = 4,2 \text{ kg/mm}^2$$

$$\frac{b}{e} = 146 \quad \text{ce qui donne} \quad b' = 97 e = 145 \text{ mm} .$$

$$d = 9,9 \text{ mm} .$$

La tension de compression réelle sera donc égale à $4,4 \text{ kg/mm}^2$.

Exemple n° 4



Déterminer le moment résistant et le moment d'inertie effectif de la poutre représentée à la figure ci-dessus.

Comme pour l'exemple précédent, on déterminera l'emplacement de l'axe neutre par approximations successives.

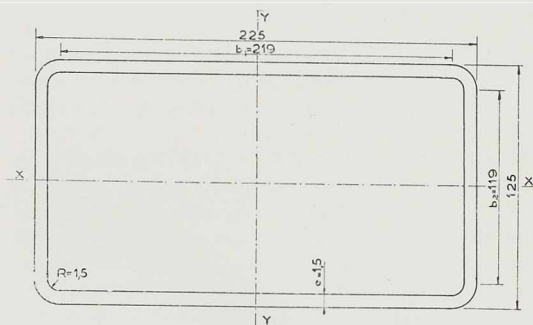


En ce qui concerne le raidisseur intermédiaire, son moment d'inertie doit valoir au moins (ch. II, 3 e)

$$I \geq 2 \times 1,83 e^4 \sqrt{\left(\frac{b}{e}\right)^2 - 144} = 2\,430 \text{ mm}^4$$

Le raidisseur est constitué par une cornière 22 × 22 × 1 1/2 qui a un moment d'inertie de 2 912 mm⁴; il est donc satisfaisant. Les soudures de fixation doivent être écartées de moins de b/3, c'est-à-dire d'au maximum 66 mm; la valeur de 60 mm convient parfaitement.

Exemple n° 5



Déterminer la charge axiale admissible (P) sur un poteau de 4^m50 de hauteur, à section en caisson.

Cette charge dépend de la valeur de Q (ch. III, 6) pour le petit côté :

$$\frac{b}{e} = \frac{119}{1,5} = 79,5 \quad \text{d'où} \quad b' = 44,5 e = 67 \text{ mm}$$

pour le grand côté :

$$\frac{b}{e} = \frac{219}{1,5} = 146 \quad \text{d'où} \quad b' = 50 e = 75 \text{ mm}.$$

Surface effective : $2 (67+75) \times 1,5 \text{ mm}^2 = 4,26 \text{ cm}^2$.
Surface brute : $2 (225+125) \times 1,5 \text{ mm}^2 = 10,5 \text{ cm}^2$.

$$Q = \frac{4,26}{10,5} = 0,406.$$

Comme

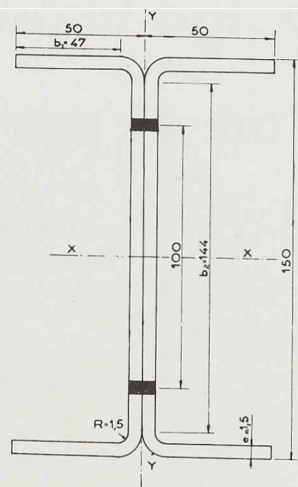
$$\left(\frac{l}{i}\right)_x = \frac{450}{5,5} = 82 < \frac{636}{\sqrt{R_e} \sqrt{Q}} = 207.$$

On déduit

$$\frac{P}{\Omega} = 0,464 QR_e - \frac{0,57 Q^2 R_e^2 \left(\frac{l}{i}\right)^2}{10^6} = 4,2 \text{ kg/mm}^2$$

La charge totale admissible sera de

$$P = 4,2 \text{ kg/mm}^2 \times 10,5 \text{ cm}^2 = 4\,410 \text{ kg}.$$



Exemple n° 6

Déterminer la charge axiale admissible (P) sur une poutrelle de 4^m50 de hauteur.

Comme pour l'exemple précédent, calculons la valeur de Q (ch. III, 6) pour l'âme raidie :

$$\frac{b}{e} = \frac{144}{1,5} = 96$$

$$b' = 62 e = 93 \text{ mm}$$

$$Q_1 = \frac{2(93 e + 2 \times 50)}{2(144 e + 2 \times 50)} = 0,79.$$

$$\sigma_e = 5,6 \text{ kg/mm}^2$$

pour les ailes non raidies :

$$\frac{b}{e} = \frac{47}{1,5} = 31$$

$$Q_2 = \frac{5,6}{12,7} = 0,44.$$

$$Q = Q_1 \times Q_2 = 0,79 \times 0,44 = 0,35.$$

Comme

$$\left(\frac{l}{i}\right)_x = \frac{450}{5,8} = 78 < \frac{638}{\sqrt{R_e} \sqrt{Q}} = 233$$

on déduit

$$\frac{P}{\Omega} = 0,464 QR_e - \frac{0,57 Q^2 R_e^2 \left(\frac{l}{i}\right)^2}{10^6} = 3,3 \text{ kg/mm}^2$$

La charge totale admissible sera donc de

$$P = 2\,150 \text{ kg}.$$

Les exportations belgo-luxembourgeoises

Prévision et part de la métallurgie

par J. Mahaim,

Ingénieur A. I. Lg., A. I. M.,
Directeur Général de la Société Anonyme UCOMETAL

Nous avons été chargé en novembre-décembre 1945 par M. Albert De Smaele, Ministre des Affaires Economiques à cette époque, de prédéterminer le montant des exportations belgo-luxembourgeoises pour 1946.

Le but de ce travail était multiple. Il devait servir à connaître :

1° Comment se situerait notre balance commerciale à la fin de 1946;

2° Partant, le montant admissible de nos importations;

3° La façon de répartir par zone ces importations selon nos possibilités en devises étrangères;

4° Les usines dont la production devait être relevée en premier lieu, choisies parmi celles principalement exportatrices.

Or si l'on veut bien se reporter à l'époque dont nous parlons, la Belgique, libérée depuis quelque 12 mois, avait subi au cours de cette période les assauts de l'offensive von Rundstedt, et la machine économique belge commençait à peine à se remettre en marche. Nous n'avions à cette époque qu'une faible reprise d'exportation, celle-ci oscillant encore aux environs de 500 millions par mois.

Si l'on se réfère aux valeurs d'avant-guerre, on constatait que les courants d'échanges avaient été profondément bouleversés; si l'on se tournait vers l'avenir, le nombre de facteurs inconnus faussait tout raisonnement paraissant logique à première vue.

Heureusement à cette époque, régnait, au Ministère des Affaires Economiques, une méthode qui évaluait toute activité industrielle en fonction de la consommation de charbon. Partant de l'hypothèse d'une augmentation de l'extraction mensuelle du charbon, au cours de l'année 1946, il était possible de déterminer l'activité probable de chaque groupe d'usines, de chaque branche de l'industrie, et d'en chiffrer la valeur de pro-

duction. Ensuite, il convenait de prédéterminer la part de cette production qui devrait être réservée au marché intérieur et celle qui resterait disponible à l'exportation.

Pour éviter les erreurs et pour mieux évaluer le commerce extérieur belgo-luxembourgeois, il était opportun d'étudier séparément les 21 sections du tarif douanier, et pour les plus importantes, de descendre aux sous-sections et parfois aux simples rubriques dans l'espoir que les erreurs en plus compenseraient celles en moins. A fin décembre 1945, la conclusion de notre travail était que la Belgique et le Luxembourg étaient en droit d'espérer une exportation globale de 27,8 milliards de francs en 1946.

Or 28,9 milliards de francs furent réalisés!

Depuis lors, bien d'autres problèmes nous ont absorbés, le relèvement de la Belgique a fait l'admiration du monde entier, et des 29 milliards de l'année 1946, nous sommes passés aux 61 milliards de l'année 1947.

Exporterons-nous en 1948, suivant une progression géométrique : 120 milliards, ou seulement, selon une progression arithmétique, 90 milliards ? ou bien, sommes-nous voisins de la saturation et l'image de l'accroissement de nos exportations sera-t-elle semblable à une courbe de magnétisation ?

Sans doute n'a-t-on plus fait depuis deux ans de plan d'exportation, ni au Ministère des Affaires Economiques, ni au Commerce Extérieur, mais nous n'avons pas manqué de poursuivre, pendant plus de deux ans, à l'aide de diagrammes très simples, l'évolution mensuelle de nos exportations, et de nos importations, en les détaillant par section du tarif douanier (voir fig. 420). Dans ce diagramme des exportations belgo-luxembourgeoises, non seulement il est aisé de suivre l'ensemble de cette évolution, mais chaque secteur de l'économie belge peut être examiné en



particulier. Ceux de la sidérurgie et des fabrications métalliques (sections XV et XVI) y apparaissent clairement. On remarque l'importance des exportations métallurgiques dans l'activité exportatrice; chaque fluctuation de ce secteur a une répercussion directe sur l'ensemble de l'édifice.

On notera l'influence néfaste des grèves du port d'Anvers en janvier et août, à laquelle il convient d'ajouter, pour ce dernier mois, celle inéluctable des congés payés.

Enfin, il y a lieu de remarquer que le mois est une unité de temps trop réduite, c'est pourquoi, nous établissons un diagramme trimestriel qui fait ressortir d'une façon frappante la continuité de la progression de nos exportations (fig. 421).

*
**

Comme nous aurions été heureux en 1945 d'avoir un tel passé derrière nous! Comme le problème qui nous avait été posé à cette époque nous aurait paru simple à résoudre si nous avions possédé deux ans de diagrammes, 24 mois d'exportations belgo-luxembourgeoises, qu'il aurait suffi d'extrapoler, dans le temps, de 50 %!

Actuellement, nous possédons ces statistiques, mais nous devons avouer que le passé n'est rien, quand l'avenir, c'est-à-dire l'année 1948, se présente avec autant d'inconnues. Nous devons redevenir bien modestes, aussi modestes qu'en décembre 1945, et reprendre les mêmes méthodes qu'alors — c'est-à-dire étudier l'évolution probable de nos exportations en 1948 en nous basant sur les critères suivants :

1^{er} élément : Index de production, c'est-à-dire index d'activité

Depuis la fin de la guerre, de grands progrès ont été réalisés et certaines de nos industries ont atteint à la fin de 1947 une production supérieure à celle des années 1936-1937-1938.

Industries	Base : Moyenne 1936 à 1938 = 100		
	début 1946	début 1947	début 1948
Acier	59,4	88	113,1
Fabrications métal.	77,3	113,6	127,3
Charbon	80,3	88,4	94,8
Textiles (filatures)	80,6	119,2	116
Industries chimiques	209,1	417,1	265,4
Ciment	20	72,4	108
Papier		109,1	147,6
Electricité	120	148,2	156

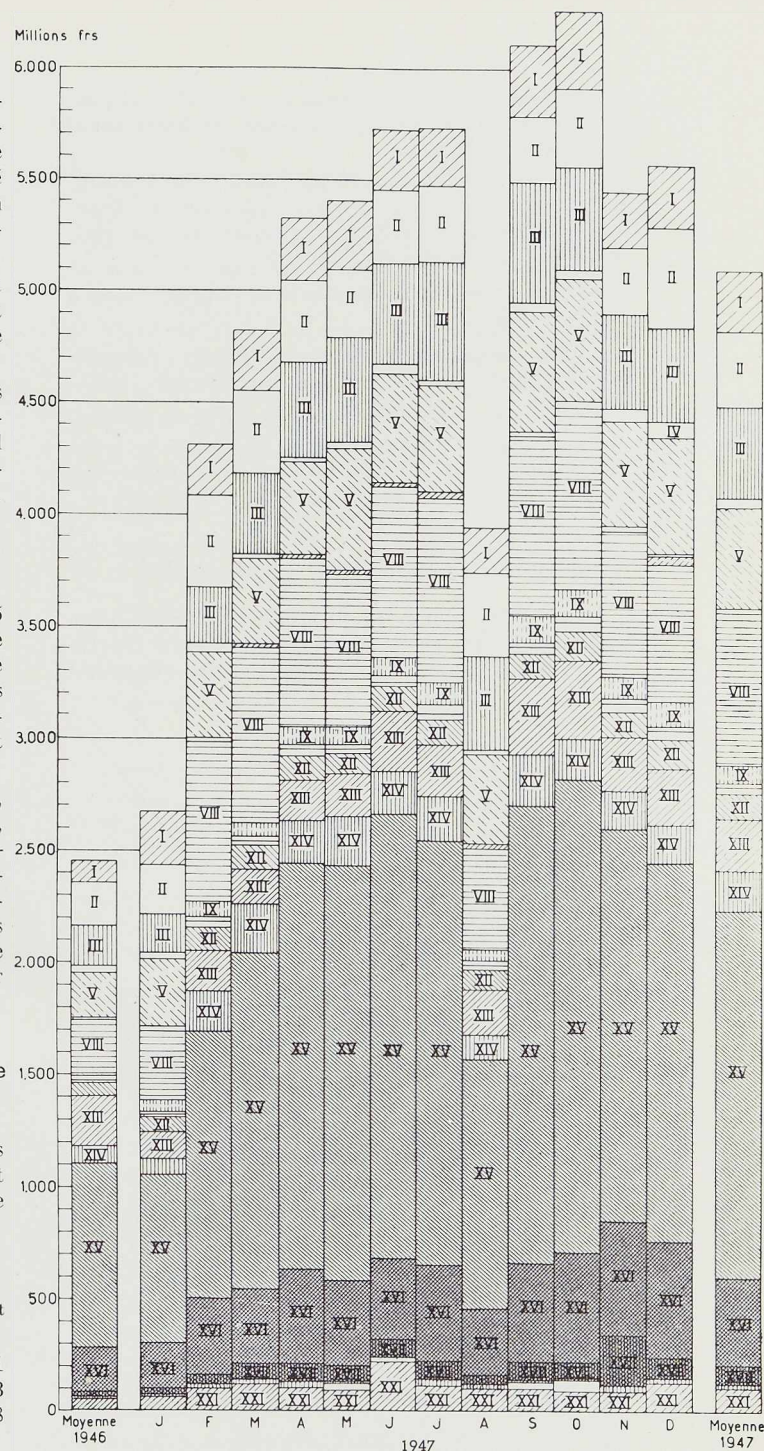


Fig. 420. Exportations belgo-luxembourgeoises en 1947, détaillées par section du tarif douanier. Pour la désignation des sections, voir remarques préliminaires, p. 299.

Cependant, la comparaison de ces index de production nous montre que certains secteurs accusent un fléchissement.

Mais ne perdons pas de vue que, grâce à l'augmentation de notre production et à notre politique d'importation, le marché intérieur est satisfait dans une large mesure. D'où :

— Tout surcroît de production pourrait aller à l'exportation;

— Le rapport intérieur-exportation pourrait être modifié en faveur des exportations.

Par conséquent, nous sommes en droit de prévoir encore un accroissement de notre activité industrielle qui devrait avoir une répercussion prépondérante sur nos exportations.

2^e élément : La production charbonnière

Depuis deux ans, la production charbonnière en Belgique est restée pratiquement égale. Partie de 1 944 000 tonnes au 1^{er} janvier 1946, elle attei-

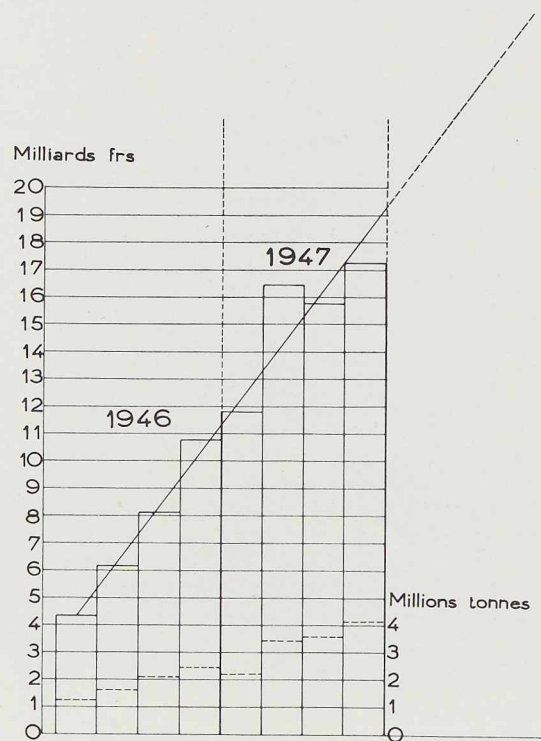


Fig. 421. Exportations belgo-luxembourgeoises par trimestre en 1946 et 1947.

gnait à peine 2 100 000 tonnes au 31 décembre 1947. Ce phénomène a certes freiné le développement de toutes les industries tributaires du charbon, mais il est heureusement corrigé par plusieurs facteurs :

— D'une part, nos importations de charbons ont augmenté :

1 ^{er} trimestre 1947	745 700 t
2 ^e trimestre 1947	1 312 600 t
3 ^e trimestre 1947	1 498 600 t
4 ^e trimestre 1947	1 836 800 t

— De plus, l'intensification du chauffage au mazout et les progrès techniques réalisés ont permis une certaine économie.

— Enfin, la production de la houille ne se répercute plus d'une façon directe sur le volume de nos exportations.

Ajoutons qu'il n'y a pas de comparaison possible entre l'incidence du facteur charbon sur la production de nos usines en 1945-1946 et sa répercussion sur la production de nos usines en 1948. Un atelier de construction électrique, par exemple, qui, en 1945, fonctionnait à 50 % de sa capacité, était beaucoup plus tributaire des arrivages de combustibles pour augmenter sa production qu'à l'heure actuelle pour la maintenir.

En conclusion, l'augmentation de nos exportations n'est plus aussi intimement liée à l'accroissement de notre production charbonnière; celle-ci pourrait intervenir directement un jour comme industrie exportatrice.

3^e élément : Débouchés

Il faut aussi tenir compte de la possibilité d'exporter car :

- La concurrence commence à se faire sentir;
- Certains pays ne disposent pas de francs belges ou de monnaies fortes;
- Certains pays pratiquent une politique de restrictions;

d) Du fait de l'inconvertibilité de la livre et de la rareté du dollar et de l'or, nos exportations vers les pays de la zone sterling et ceux à monnaie faible dépendent intimement des importations que nous ferons de ces pays; celles-ci leur procureront les francs belges nécessaires.

Le plan Marshall pourra, en ce domaine, mitiger dans une certaine mesure cet état de choses; c'est sous cette forme indirecte, c'est-à-dire grâce à l'aide américaine aux pays achetant nos produits, que le plan nous sera surtout utile.



4^e élément : Notre passé de deux ans d'exportation

Etudions maintenant, par la méthode graphique, l'évolution de nos exportations par secteur de l'industrie belgo-luxembourgeoise.

Remarques préliminaires

a) Pour la facilité, nous avons groupé les 21 sections du tarif douanier comme suit :

- A { I. Animaux vivants.
- II. Produits du règne végétal.
- IV. Produits des industries alimentaires.
- B III. Produits minéraux.

- C { V. Produits chimiques et pharmaceutiques.
- VI. Cires et savons.
- VII. Cuirs et pelleteries.
- X. Bois et ouvrages en bois.
- D { XI. Caoutchouc.
- XII. Papier.
- XIV. Verre.
- XXI. Divers.
- E { VIII. Textiles.
- IX. Confection.
- F XIII. Ouvrages en pierres et autres matières minérales.
- G XV. Métaux et ouvrages en métaux.
- H XVI. Machines.
- K { XVII. Véhicules.
- XVIII. Horlogerie.
- XIX. Instruments de musique.
- XX. Armes.

b) L'année 1946 (surtout le premier trimestre) ne peut pas être considérée comme une période normale (nos exportations étaient encore extrêmement faibles). Il semble donc que ce serait une erreur de baser les prévisions pour l'année 1948 sur la ligne idéale des valeurs trimestrielles des deux années antérieures et surtout en prenant comme point de départ le premier trimestre 1946.

Mais si nos exportations, au deuxième trimestre 1947, accusent une forte hausse, à partir de ce moment, la progression est beaucoup moins marquée et il semble qu'on se rapproche d'un plafond.

Pour éliminer, dans la mesure du possible, l'influence du premier trimestre 1947, nous croyons préférable de prendre la moyenne par

semestre et de faire partir notre ligne idéale de la moyenne du premier trimestre 1947 (fig. 422).

Examen des graphiques

Partant des principes énoncés ci-dessus, les exportations pour chacun des groupes de sections du tarif douanier pourraient se présenter comme suit :

A) *Produits du règne animal; produits du règne végétal; produits des industries alimentaires* (fig. 424).

- 1946 : 3,9 milliards.
- 1947 : 7,7 milliards.
- 1948 : 8,3 milliards.

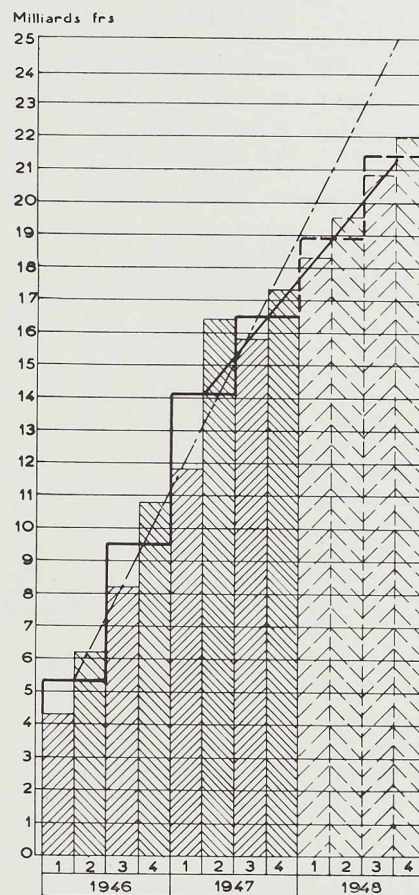


Fig. 422. Exportations belgo-luxembourgeoises par trimestre.

- Moyenne compensée par semestre des exportations.
- Exportations trimestrielles.
- Ligne idéale pour les années 1946-1947.
- Ligne idéale pour l'année 1947.



B) *Produits minéraux* (fig. 425).

1946 : 2,1 milliards.
1947 : 4,9 milliards.
1948 : 7,5 milliards.

C) *Produits chimiques et pharmaceutiques, cires et savons* (fig. 426).

1946 : 2,3 milliards.
1947 : 5,5 milliards.
1948 : 6,8 milliards.

D) *Bois, caoutchouc, papier, verre, divers* (fig. 429).

1946 : 2,6 milliards.
1947 : 5,6 milliards.
1948 : 6,3 milliards.

E) *Sections textiles, confection* (fig. 430).

1946 : 3,3 milliards.
1947 : 9,1 milliards.
1948 : 10,3 milliards.

F) *Ouvrages en pierres* (fig. 431).

1946 : 2,7 milliards.
1947 : 2,7 milliards.
1948 : 4,8 milliards.

G) *Métaux et ouvrages en métaux* (fig. 423).

1946 : 9,9 milliards.
1947 : 19,7 milliards.
1948 : 26 milliards.

Opérant pour le fer, la fonte, l'acier, les métaux précieux et non ferreux, les tréfilés, etc. (section XV) comme pour les secteurs précédents, nous arrivons à un chiffre de 26 milliards de francs, ce qui correspondrait — au prix de 1947 — à un tonnage de 3,3 millions de tonnes, en tous produits.

L'examen de l'évolution de la production et des exportations suggère la possibilité d'atteindre ce montant.

Partie de 3,5 millions de tonnes-lingots, en 1946, la production belgo-luxembourgeoise d'acier-lingot a accusé pour l'année 1947 la progression suivante :

1 ^{er} trimestre	980 000 tonnes-lingots
2 ^e trimestre	1 090 000 tonnes-lingots
3 ^e trimestre	1 140 000 tonnes-lingots
4 ^e trimestre	1 330 000 tonnes-lingots
Total	4 540 000 tonnes-lingots

A cette cadence, le volume de la production serait de l'ordre d'environ 6 millions de tonnes-lingots pour l'année 1948.

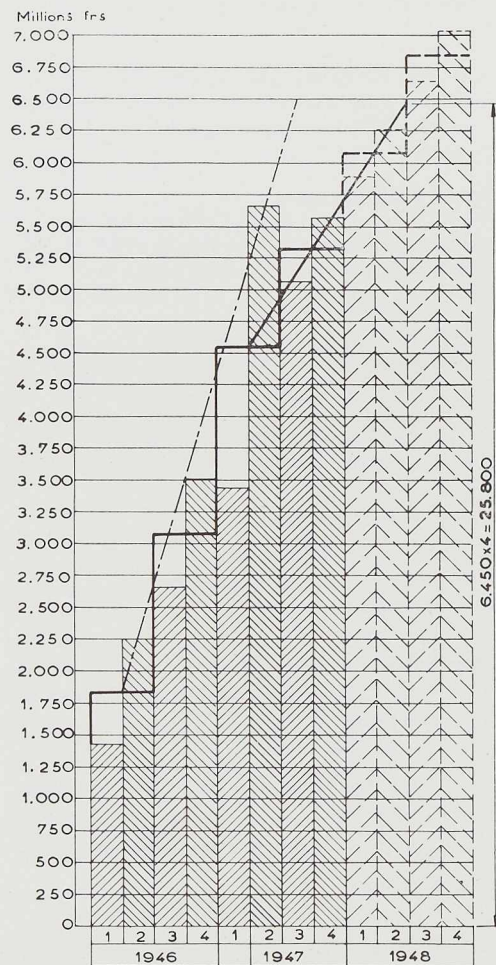


Fig. 423. Exportations belgo-luxembourgeoises de métaux et ouvrages en métaux (section XV).

Dans la section XV, la rubrique « fer, fonte et acier (XV B) », intervient à elle seule pour 90 % en poids. C'est dire que c'est sur elle que seront axées les exportations.

*
**

Dans un total d'expéditions de 3 700 000 tonnes, les exportations belgo-luxembourgeoises d'acier, soit 2 067 000 tonnes, représentent 56 % et ce pour une production-lingot d'environ 4,5 millions de tonnes.



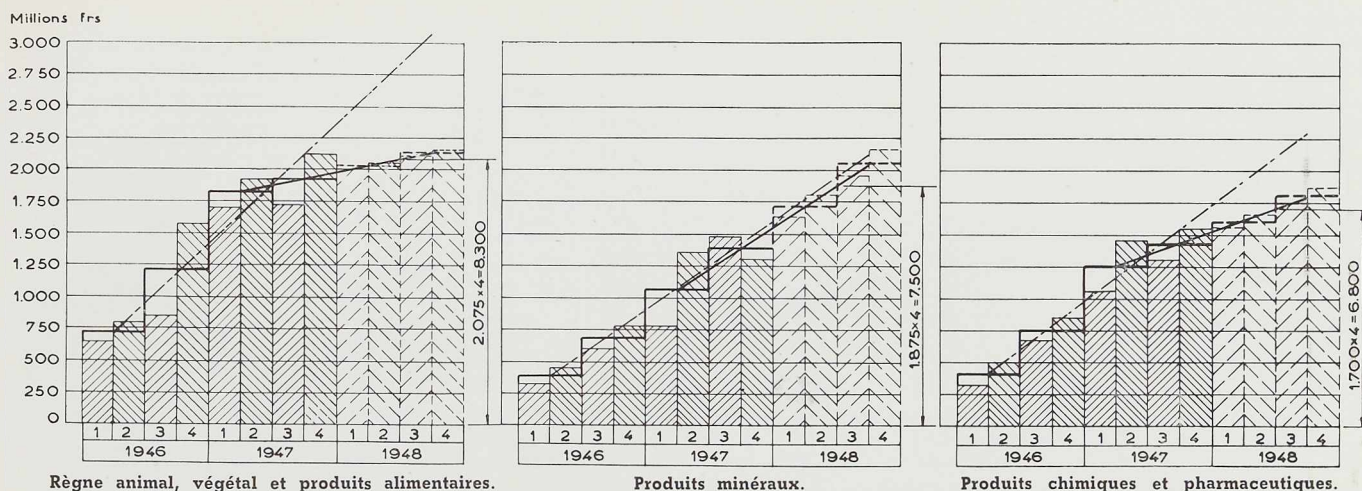


Fig. 424-426. Exportations belgo-luxembourgeoises.
A gauche : sections I, II et IV. Au milieu : section III. A droite : sections V et VI.

La figure 427 concrétise la répartition des expéditions à l'intérieur et à l'exportation de la société UCOMÉTAL, répartition qui reflète assez exactement les activités de la sidérurgie belge.

Dans ce diagramme, nous avons réparti les tonnages expédiés en 1947 par les usines de la société UCOMÉTAL, suivant les fournitures faites sur le marché intérieur et à l'exportation. Pour celles-ci, nous avons fait figurer la part des marchés organisés (Hollande, Suède, Norvège, Danemark, Finlande, Angleterre, France, Portugal et Suisse) et la part des marchés d'outremer. Ces derniers ont été subdivisés en deux groupes : ceux où les paiements se font sans difficultés parce qu'ils détiennent des francs belges, des dollars ou autres devises fortes; ensuite, les autres où les possibilités de paiement en francs belges se sont avérées de plus en plus incertaines. L'exportation vers ces derniers pays représente 10 % environ du tonnage expédié en 1947. Cela ne veut pas dire qu'en 1948 nous perdrons nécessairement leur clientèle : la disette d'acier dans le monde entier nous permet encore de remplacer les marchés déficients par d'autres nouveaux débouchés. Mais il est intéressant de suivre de près l'évolution de nos exportations dans ce groupe de pays pour se rendre compte de l'incidence qu'une carence éventuelle de fourniture dans ces pays pourrait avoir sur l'ensemble de nos exportations.

Le rapport « intérieur-exportation » établi ci-dessus avait été, pour l'année 1947, de 44 à 56 %. Mais le marché intérieur ayant été, dans une large mesure, satisfait — à part quelques genres de produits — on peut supposer que la propor-

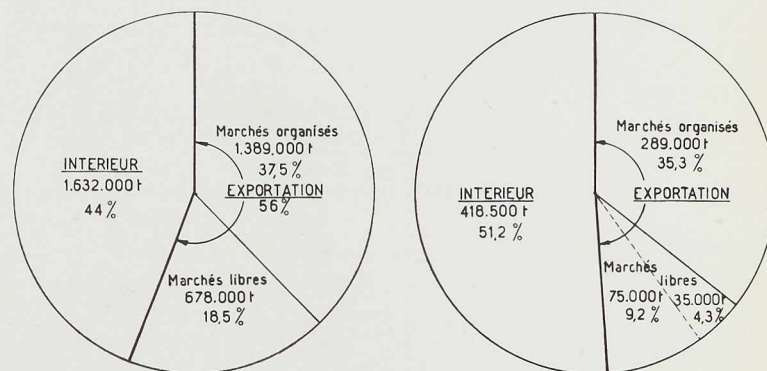


Fig. 427. Répartition des expéditions sidérurgiques.
A gauche : usines belgo-luxembourgeoises.
A droite : usines de la Société Ucométal.

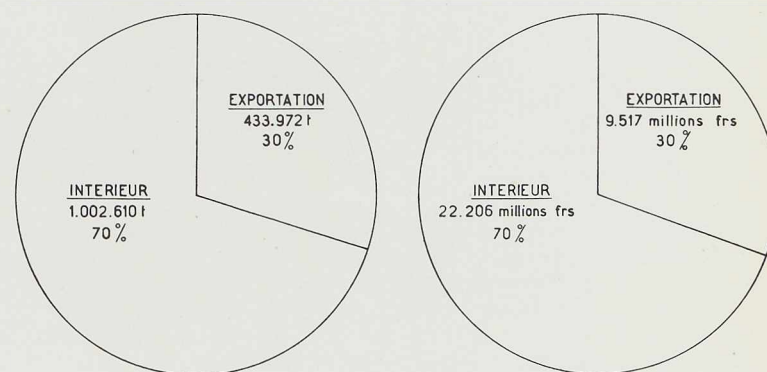


Fig. 428. Répartition des expéditions Fabrimétal.
A gauche : tonnage. A droite : valeurs.

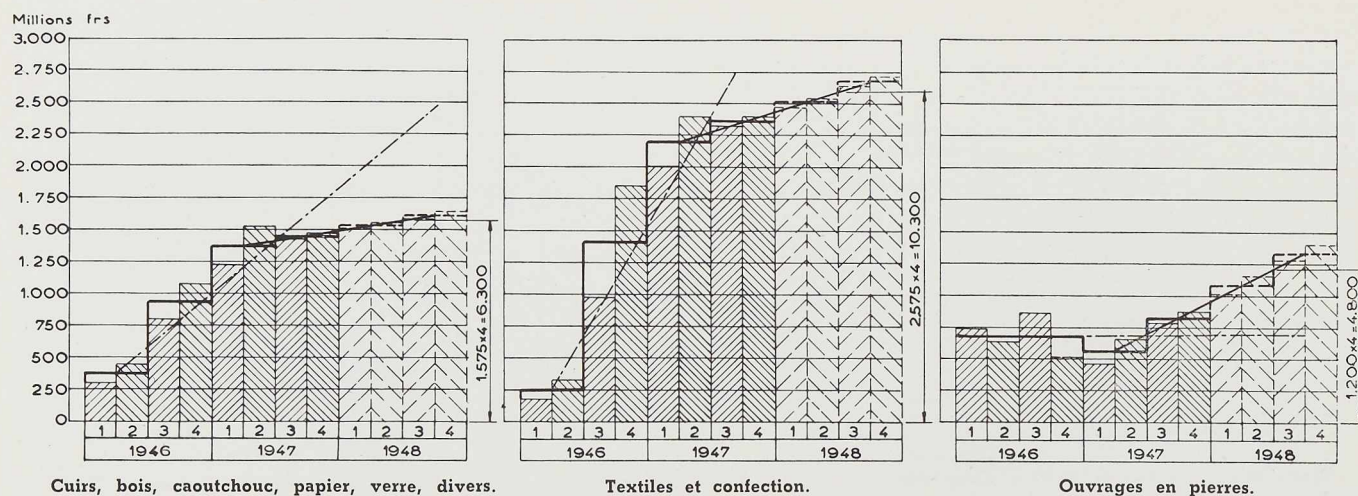
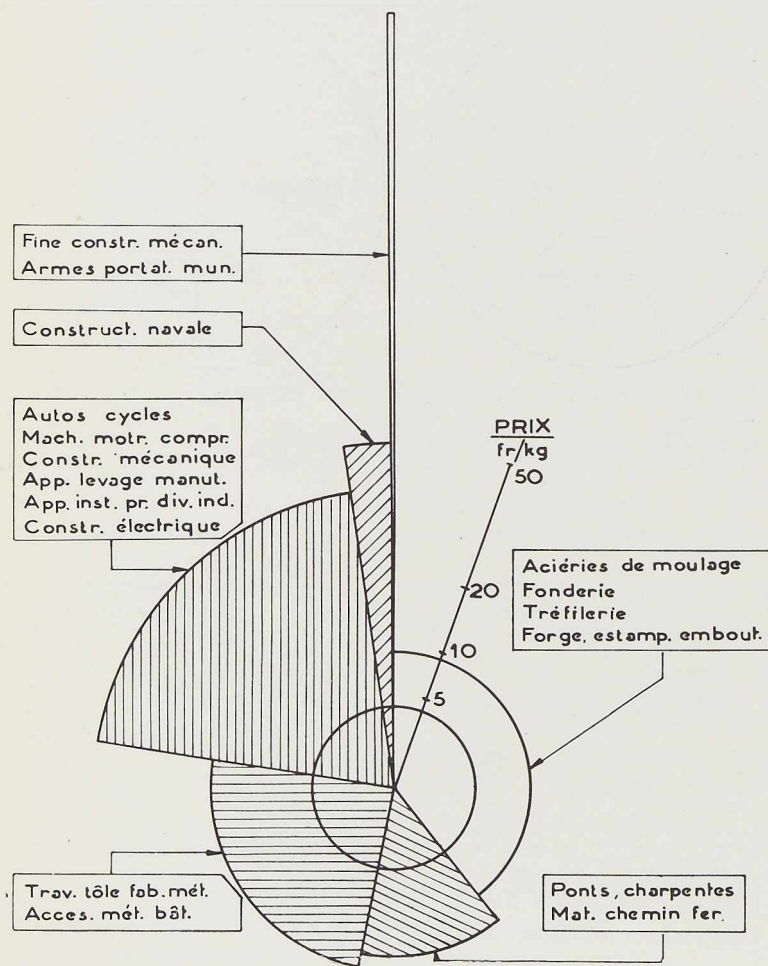


Fig. 429-431. Exportations belgo-luxembourgeoises.

A gauche : sections VII, X, XI, XII, XIV, XXI. Au milieu : sections VIII et IX. A droite : section XIII.



tion des exportations en regard des expéditions totales atteindra cette année 60 %, soit 3 millions de tonnes, de produits finis.

Nous prévoyons donc, pour l'année 1948, un total d'environ 26 milliards de francs pour tous les produits ferreux et non ferreux, entrant dans la section XV.

H) *Machines et appareils assimilés* (fig. 433).

Les exportations de cette section (XVI) seront dans une large mesure fonction de l'activité de la Fédération des Entreprises de l'Industrie des Fabrications métalliques, mais, en plus, son champ d'action embrasse également les secteurs métaux (tréfilés), véhicules, horlogerie, instruments de musique, armes et munitions (sections XVII à XX).

Or, les exportations de FABRIMÉTAL se sont élevées, pour les années 1946 et 1947, respectivement à :

tonnes	francs
241 752	= 4 671 millions
459 010	= 9 455 millions

D'où une progression de valeur d'environ 100 %.

La figure 428 illustre la répartition (intérieur-exportation) des expéditions totales de FABRIMÉTAL en poids et en valeurs.

La figure 432 traduit la valorisation des produits ressortissant aux différentes activités de

Fig. 432. Valorisation des expéditions faites par Fabrímétal en 1947.

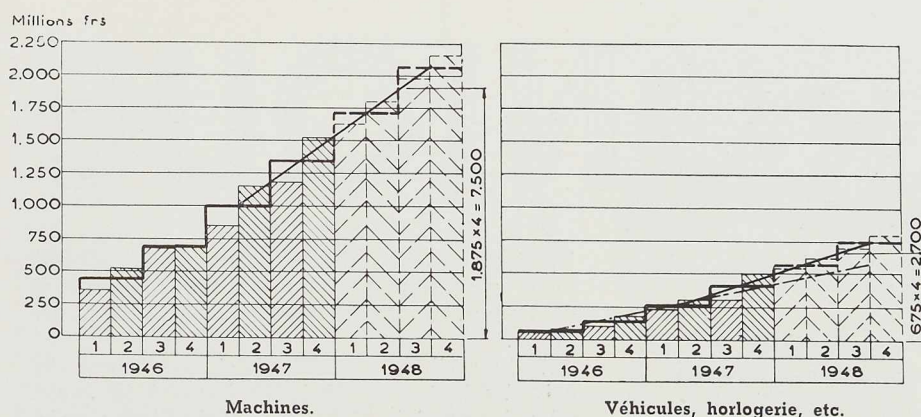


Fig. 433 et 434.
Exportations
belgo - luxem-
bourgeoises.

A gauche : section XVI. A droite : sections XVII, XVIII, XIX et XX (véhicules, horlogerie, instruments de musique, armes).

FABRIMÉTAL, aménagées en six catégories, en rassemblant les groupes de Fabrimétal dont les prix de vente moyens au kg sont voisins.

L'élaboration de ces deux graphiques repose sur les bases suivantes :

— Les tonnages livrés par chacune des cinq catégories envisagées sont exprimés par la mesure de l'angle de chaque secteur englobant une catégorie. Le total de ces tonnages représente 360 degrés.

— Le rayon du cercle intérieur indique le prix d'achat moyen au kilo de l'acier brut mis en œuvre dans les fabrications.

— Le rayon des différents secteurs indique le prix de vente moyen au kilo des produits fabriqués finis.

Par ce diagramme, particulièrement imagé, on peut se rendre compte de la répartition des fournitures d'acier de la sidérurgie à FABRIMÉTAL pour les différentes catégories d'utilisateurs d'acier.

De plus, du point de vue plus général de l'économie belgo-luxembourgeoise, on se rend compte, vu les grandes différences de valorisation de l'acier, de l'intérêt d'alimenter en premier lieu les industries d'armes de chasse, et d'appareils de précision, les chantiers navals et réparateurs de navires, les constructeurs de machines-outils, machines motrices, véhicules, machines électriques, et seulement quand ils sont satisfaits, les transformateurs incorporant peu de main-d'œuvre dans la dénaturation de l'acier.

Si de tels diagrammes avaient existé dès la libération, la répartition des contingents, au moment où l'acier était encore rare, aurait pu se faire d'une façon plus judicieuse et plus profitable pour l'économie du pays.

Pendant l'année 1947, les exportations de FABRIMÉTAL et de la XVI^e section ont évolué comme suit :

	Fabrimétal au total	XVI ^e section
1 ^{er} trimestre	2 milliards	0,85 milliard
2 ^e trimestre	2,3 milliards	1,15 milliard
3 ^e trimestre	2,2 milliards	1,18 milliard
4 ^e trimestre	3 milliards	1,52 milliard
Total	9,5 milliards	4,7 milliards

Compte tenu de ces données, un raisonnement semblable à celui qui a présidé dans les sections précédentes à la détermination des prévisions d'exportation pendant l'année 1948, conduirait aux estimations suivantes :

	Fabrimétal au total	XVI ^e section
1 ^{er} trimestre	2,9 milliards	1,6 milliard
2 ^e trimestre	3,15 milliards	1,8 milliard
3 ^e trimestre	3,55 milliards	1,97 milliard
4 ^e trimestre	3,5 milliards	2,13 milliards
Total	12,9 milliards	7,5 milliards

K) *Véhicules, horlogerie, instruments de musique, armes* (fig. 434).

1946 :	0,4 milliard
1947 :	1,3 milliard
1948 :	2,7 milliards.

Conclusion

Additionnant les chiffres obtenus pour chaque secteur, nous pouvons donc conclure que d'après nos prévisions, les exportations belgo-luxembourgeoises pourraient atteindre en 1948 le chiffre de 80 milliards.

Dans ces exportations, la part assurée par la sidérurgie belgo-luxembourgeoise et Fabrimétal représente 30 % du total.

J. M.

CHRONIQUE

Marché de l'acier pendant le mois d'avril 1948

		Production acier lingot en tonnes		
		Belgique	Luxembourg	Total
Avril	1948	329 283	200 811	530 094
Mars	1948	318 865	194 603	513 468
Janv.-avril	1948	1 238 524	732 124	1 970 648
Janv.-avr.	1947	874 112	447 994	1 322 106

Comme prévu, une nouvelle légère progression a pu être enregistrée, dans la production d'acier du mois écoulé. La tendance reste d'ailleurs favorable. Le nombre de hauts fourneaux à feu est resté stationnaire. L'approvisionnement en matières premières se poursuit à l'allure voulue, les minerais français et luxembourgeois regagnant une partie du terrain perdu ces dernières années.

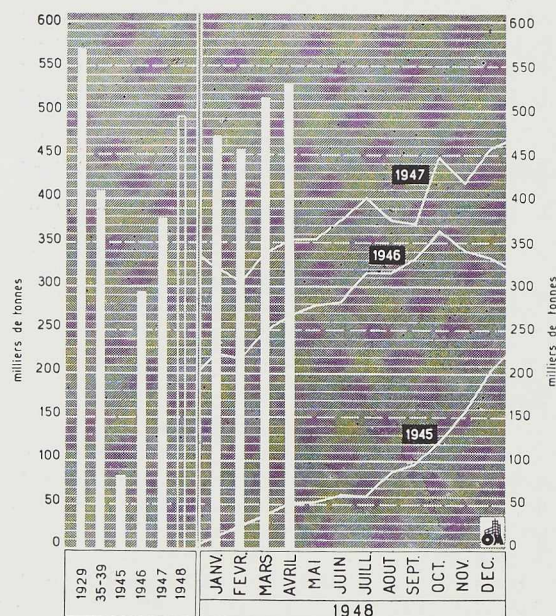


Fig. 435. Production mensuelle des aciéries belges et luxembourgeoises.

Les tonnages de minerais consommés actuellement en Belgique proviennent pour environ 50 % de France, 25 % du Grand-Duché et 25 % de Suède.

A fin avril, il a été appliqué une hausse des prix des fontes, de 40 à 140 francs à la tonne, selon les qualités. Cette hausse résulte des majorations de prix du charbon.

Marché intérieur

En profilés et barres marchandes, les délais de livraison sont devenus presque normaux. Par contre, en ce qui concerne les tôles, on demande encore 4 à 6 mois. Le régime des contingents pour l'approvisionnement en tôles fines, instauré en octobre 1947, a été supprimé à la date du 1^{er} avril.

En fonte de moulage, les quantités disponibles sont toujours insuffisantes.

Une activité pleine continue à se manifester en boulonnerie, ainsi qu'en clouterie et tréfilerie. Une requête a été introduite tendant à l'instauration d'une réglementation économique au sein de cette dernière branche d'industrie jusqu'à fin 1948.

En fabrication métallique, on constate, dans certains secteurs, un fléchissement, en raison des difficultés de paiement. Les expéditions du mois de mars ont atteint un total de 146 590 tonnes, comprenant notamment :

Produits de la tôle	23 771 tonnes,
Matériel de chemins de fer et de tramways	16 437 tonnes,
Accessoires du bâtiment	10 359 tonnes,
Ponts et charpentes	6 443 tonnes.

Marché extérieur

La situation continue à être favorable, d'une manière générale. D'importantes fournitures sont faites vers les marchés réguliers : la Scandinavie, la Hollande, la Suisse, l'Amérique latine. La situation est moins favorable en Proche-Orient, où la demande reste grande mais est freinée par des problèmes financiers. Le bureau répartiteur hollandais a autorisé l'importation des tonnages prévus pour le deuxième trimestre. Une première commande a été reçue des Indes néerlandaises, qui avaient été hors marché depuis des années.



Les prix restent fermes. Aux Etats-Unis, bien que quelques grosses sociétés aient refusé les augmentations de salaires réclamés par les syndicats et proclamé des cours en légère baisse, on estime que les exigences des mineurs et des ouvriers des transports obligeront les producteurs à appliquer prochainement des majorations de prix. La constitution de stocks stratégiques et les fournitures prévues en exécution du plan Marshall réduiront la quantité d'acier disponible.

On escompte chez nous une influence indirecte favorable du plan Marshall : si certains pays pouvaient recevoir des fournitures américaines sans avoir à les payer en dollars, leurs disponibilités en cette devise pourraient servir à financer des achats chez nous. D'autre part, des quantités supplémentaires pourraient être livrées par la Belgique et le Luxembourg au marché européen dans le cadre du plan Marshall.

Enfin, nos constructeurs s'attendent, en exécution du même programme, à de fortes commandes de machines-outils et de matériel de chemins de fer.

Des tractations sont en cours concernant des fournitures de wagons et locomotives à la Yougoslavie, à la Turquie et à l'U. R. S. S. Les chemins de fer italiens ont passé commande en Belgique de 1 000 wagons.

Les chantiers navals sont en pleine activité. Une nouvelle malle et un cargo viennent d'être commandés pour le Congo. De nombreux pétroliers et autres cargos sont en construction pour la Norvège.

L'acier et le cinéma

Dans un article signé H. Coons, la revue américaine *Steelways* attire l'attention sur le rôle que joue l'acier dans l'industrie cinématographique. Tout d'abord, il y a évidemment les bâtiments. L'ossature du nouveau studio que se construit Walt Disney à Burbank, près de Hollywood, nécessite près de 1 000 tonnes d'acier : les installations pour le conditionnement d'air à elles seules exigent 300 tonnes de tôles et de profilés galvanisés. Nous reproduisons l'amusante photographie qui illustre ces travaux (fig. 436).

Les constructions tubulaires sont utilisées sur une grande échelle, car elles se prêtent merveilleusement à l'édification temporaire : praticables de toutes sortes, échafaudages soutenant les décors ou écrans, plateformes surélevées pour prise de vues plongeantes, etc. De plus, une fois démontées, elles se remettent facilement avec un encombrement relativement restreint. La « Twen-

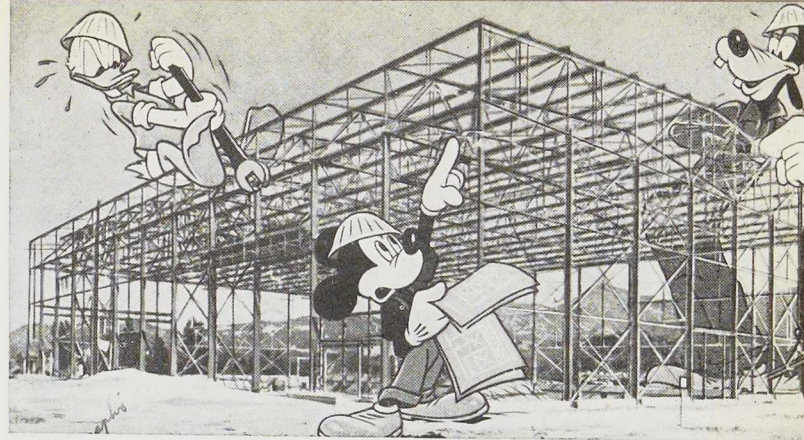


Fig. 436. Comment Walt Disney présente le montage de la charpente de son nouveau studio à Burbank, près de Hollywood, dans la revue américaine « Steelways ».

tieth Century-Fox » a été amenée à construire un échafaudage porte-écran de 200 mètres de longueur destiné à mettre la scène à l'abri du soleil capricieux et à pouvoir ainsi régler l'éclairage par les « sun-lights » artificiels. Les divers studios sont séparés les uns des autres par des portes métalliques insonores : au Studio Paramount, une de ces portes pèse 20 tonnes.

Les nombreuses grues sur roues caoutchoutées qui portent, élèvent, abaissent l'appareil de prise de vues sont aussi en acier. Jusque vers 1940, elles étaient construites en profilés assemblés, mais depuis, on préfère le type monocoque en tôle soudée, qui est, en somme, un grand tube en col de cygne, de section quadrangulaire, inclinable à volonté, qui supporte l'appareil et son opérateur.

Dans les laboratoires, les machines automatiques qui développent, fixent et sèchent quelque 6 ou 7 kilomètres de film par heure comportent, outre leur carcasse en acier, des cuves et de nombreuses pièces en acier inoxydable.

Enfin, la conservation des films impressionnés, aux Archives Nationales à Washington, exige des coffres en acier résistant aussi bien à l'oxyde d'azote émis par les films, qu'au feu dont la propagation éventuelle doit pouvoir être immédiatement arrêtée.

Voyage d'études en Hollande

Avec la collaboration du C. B. L. I. A., l'Association Belge pour l'Urbanisme et l'Habitation a organisé les 5, 6, 7, 8 et 9 mai, un voyage d'études en Hollande. Une quarantaine d'architectes, des spécialistes des problèmes de l'habitation et des constructeurs ont participé à ce voyage.

Parmi les visites qui ont été réalisées figuraient notamment :

Les bâtiments d'administration de la K. L. M. à Scheveninghe. Ces bâtiments, dont une partie est achevée, sont des bâtiments à ossature métallique, comportant tous un couloir central flanqué de 2 files de bureaux entièrement séparés au moyen de cloisons métalliques amovibles; toutes les canalisations des bâtiments sont directement accessibles;

Le bâtiment de la Rijksverzekeringsbank à Amsterdam; ce bâtiment est aussi remarquable par son bloc central de bureaux équipés de cloisons amovibles, que par son bloc circulaire de 2 étages équipé de rayonnages constituant bibliothèque avec 2 planchers en grilles métalliques intermédiaires.

Il n'a pas été possible de visiter en détail le Tennis Couvert Apollo ⁽¹⁾ mais par contre, les participants ont pu visiter la remarquable Gare d'Amstel d'une technique similaire ⁽²⁾. Le City-Théâtre à Amsterdam, cinéma situé au premier étage ⁽³⁾ a été également visité.

Le vendredi 7 mai, ont été visités la Bourse d'Utrecht avec les différentes solutions adoptées pour les grandes halles d'exposition, et, enfin, le magnifique théâtre du grand architecte Dudok à Utrecht ⁽⁴⁾.

Une partie des participants ont logé au remarquable Hôtel Gooiland ⁽⁵⁾ à Hilversum, ensemble architectural audacieux, entièrement à ossature métallique, comportant jardin suspendu, grande salle de restaurant, café, enfin une salle de théâtre.

L'après-midi, les bureaux de la firme hollandaise De Vries-Robbé ont été visités ainsi que les ateliers de cette même firme.

Le 8 mai a été consacré à la visite des applications de la construction métallique dans les

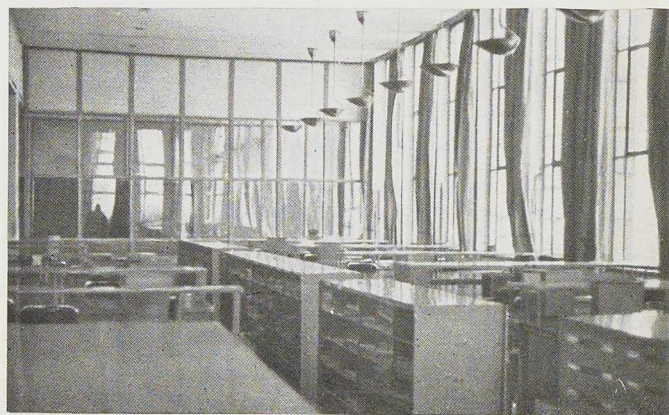
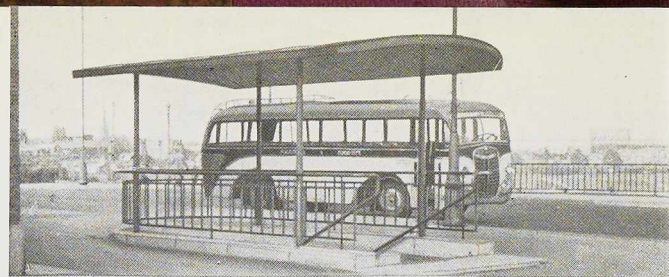


Fig. 437 (en haut). Entrée d'un passage souterrain à auvent métallique devant la gare d'Amstel.

Fig. 438 (en bas). Un des bureaux de la Rijksverzekeringsbank à Amsterdam. Les châssis de fenêtres et le mobilier sont en acier.

bureaux de la Société Philips à Eindhoven et de l'équipement de grandes portes basculantes de 20 mètres de portée, pour les garages de cette même Société.

Les visiteurs ont également pu se rendre compte des applications très étendues des chambranles métalliques, des portes métalliques et des châssis métalliques dans les chantiers d'habitations modestes.

L'ensemble des visites a montré avec quelle élégance les architectes et les constructeurs hollandais ont su utiliser très largement, tant dans les systèmes portants que dans les équipements, le matériau acier et les architectes belges ont apprécié les ensembles remarquables qui ont été soumis à leur examen.

⁽¹⁾ Voir L'OSSATURE MÉTALLIQUE, No 12, décembre 1934, pp. 616-618.

⁽²⁾ Voir L'OSSATURE MÉTALLIQUE, No 7-8, juillet-août 1947, pp. 303-310.

⁽³⁾ Voir L'OSSATURE MÉTALLIQUE, No 9, septembre 1936, pp. 377-389.

⁽⁴⁾ Voir L'OSSATURE MÉTALLIQUE, No 4, avril 1948, pp. 159-170.

⁽⁵⁾ Voir L'OSSATURE MÉTALLIQUE, No 5, mai 1937, pp. 225-227.

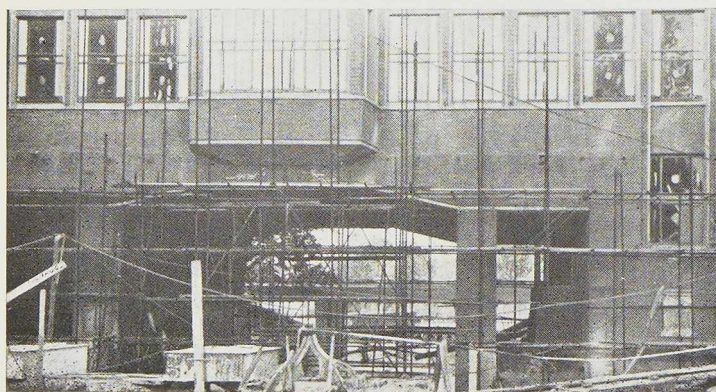
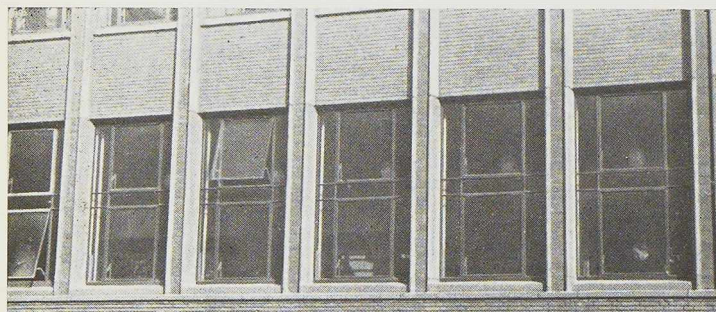


Fig. 439-440. Deux vues du bâtiment de la K. L. M. à Scheveninghe. En bas, passage au-dessus d'un canal.

Bibliothèque

Nouvelles entrées (1)

Règles d'utilisation de l'acier

Un ouvrage de 80 pages, format 13 × 21 cm, illustré de 30 figures. Edité par le Ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme, Paris 1946.

Ces règles sont applicables aux travaux dépendant du Ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme et aux Travaux privés. Elles ont été élaborées par une commission instituée par ce Ministère, sous la présidence de M. Caquot, Membre de l'Institut de France.

L'application des Règles doit conduire, dans son ensemble, à de notables économies de métal par rapport au tonnage auquel conduirait l'application des règlements officiels en vigueur.

Ces économies résultent :

— En premier lieu, du relèvement de la contrainte admissible en traction ou compression à 14,4 kg/mm² dans le cas de l'acier doux et à 0,6 de la limite élastique dans le cas général;

— En second lieu, de la majoration, sous certaines conditions, du module de résistance des laminés travaillant en flexion, pour tenir compte des phénomènes d'adaptation plastique;

— Enfin, de la réduction des coefficients de flambement obtenus par la méthode de M. Dutheil par rapport à ceux qui donnent les méthodes actuellement utilisées.

C'est l'utilisation de procédés de calculs conduisant à des résultats plus proches de la réalité et à des coefficients de sécurité plus homogènes qui a permis d'admettre des contraintes plus élevées.

Le Luxembourg. (Livre du Centenaire)

Un ouvrage relié toile de 650 pages, format 22 × 29 cm, illustré de nombreuses figures. Edité par un Comité spécial, sous la présidence de M. A. Nothomb (Imprimerie Saint-Paul), Luxembourg, 1948. Prix 750 francs.

En 1939, le Grand-Duché de Luxembourg fête le centenaire de la renaissance de son indépendance nationale. Une des manifestations de l'anniversaire devait consister dans la publication du *Livre du Centenaire* dont le but était de « retracer par la parole écrite et de fixer par l'image l'évolution de la vie matérielle et intel-

lectuelle du peuple luxembourgeois sous tous les aspects au cours d'un siècle d'indépendance recouvrée ».

En raison de la guerre, la publication de cet imposant ouvrage n'a pu avoir lieu que tout récemment.

Le *Livre du Centenaire*, sous une couverture de bon goût, reflète le développement du pays sous ses multiples aspects.

Nous y relevons notamment deux études : M. A. CALMES dans un *Aperçu de l'Histoire économique, 1839-1939*; M. F. SIMON dans *L'Outillage national* soulignent l'un et l'autre l'importance de l'industrie minière et sidérurgique luxembourgeoise et illustrées de quelques beaux clichés d'usines.

Au fil du rail (Fascicules V et VI)

par Fernand LEBBE.

Deux ouvrages de 32 pages chacun, format 21 × 30 cm, illustrés de nombreuses figures. Edités par l'Editorial Office. Bruxelles 1948. Prix : 110 francs par fascicule.

Les cinquième et sixième fascicules de l'ouvrage de vulgarisation sur les chemins de fer, publiés par M. Lebbe, sont relatifs au matériel roulant. L'un des fascicules traite des locomotives, l'autre des wagons. A côté des données techniques sur le matériel roulant, ces fascicules exposent la situation des locomotives et wagons du réseau belge pendant les derniers 30 ans.

Formulaire pratique du bâtiment (2^e édition)

par René CHAMPLY.

Un ouvrage de 264 pages, format 11 × 18 cm, illustré de 86 figures. Edité par la Librairie des Sciences Girardot et C^{ie}, Paris 1948. Prix : 320 francs français.

Dans ce formulaire M. Champly a réuni de nombreux documents pratiques à l'usage des architectes, ingénieurs, dessinateurs et entrepreneurs. Citons notamment les suivants : résistance des matériaux; caractéristiques des profilés métalliques; planchers; fermes de toiture; bois et béton; escaliers et ascenseurs; conduites d'eau, etc.

Comme les autres ouvrages de vulgarisation technique de feu M. Champly, ce formulaire ne décevra pas ceux qui le consulteront.

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

Bibliographie

Résumé d'articles relatifs aux applications de l'acier ⁽¹⁾

20.12a. - La reconstruction du pont Eiffel à Conflans

J. CAUVY, *Travaux*, avril 1948, pp. 247-251, 14 fig.

Le pont Eiffel sur l'Oise à Conflans fut construit par Gustave Eiffel en 1890. La partie principale de ce pont-rails était constituée par une grande travée tubulaire, en fer, de 96 mètres d'ouverture avec poutres latérales en treillis à membrures supérieures paraboliques. Une travée métallique de 30 mètres sur la rive droite, deux travées de même longueur sur la rive gauche assuraient le franchissement de la ligne Achères-Pontoise et des chemins latéraux.

Détruit pendant la guerre, le pont Eiffel vient d'être reconstruit. Le nouvel ouvrage se compose d'un pont en acier à trois travées de 32, 96 et 32 mètres de portée constitué par cinq poutres rivées en treillis, à inertie variable et intrados curviligne, supportant la voie supérieure par l'intermédiaire d'un platelage général en béton armé ainsi que d'une travée indépendante côté Paris, constituée par un tablier à poutres droites par dessous de 26 mètres environ d'ouverture pour le franchissement des voies Achères-Pontoise.

Pour la reconstruction du pont de Conflans il a été mis en œuvre 2 034 tonnes d'acier.

31.2. - Le « Laurentien Hotel » à Montréal

J. A. LAUGTON, *The Engineering Journal* (Montréal), février 1948, pp. 74-79, 11 fig.

Grâce à la préfabrication de nombreux éléments, ce vaste hôtel de 1 100 chambres réparties en 23 étages a été construit en quelques mois, malgré les difficultés de toutes sortes, dues aux circonstances d'après guerre.

L'ossature métallique du bâtiment a nécessité la mise en œuvre de 3 521 tonnes de profilés. Elle a fait l'objet d'une étude approfondie, étant donné la hauteur du bâtiment (70 mètres environ), les retraits que présentent ses façades et la sévérité des prescriptions de la Ville de Montréal.

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

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

Les contreventements obliques étant impossibles et la structure des cloisons les privant de toute résistance, il ne fut tenu compte que des hourdis en béton pour distribuer l'effort du vent sur les piliers. La rigidité des angles entre piliers et poutres dut donc être assurée par des goussets et dispositifs spéciaux.

Jusqu'à l'entresol, les hourdis sont du type nervuré; ils sont réalisés au moyen d'éléments en béton « haydite » préfabriqués. Aux étages, les hourdis sont constitués de plaques en béton « aérocrite » coulées en usine, posées et cimentées sur les ailes inférieures des poutrelles servant de solives, distantes de 1^m40 environ : aussitôt posés, ces hourdis servaient de plancher de travail, facilitant ainsi l'avancement de la pose. Le temps de pose fut d'environ trois jour par étage. Ultérieurement, après le départ de l'équipe de poseurs, l'étage tout entier recevra un revêtement de 3 cm de ciment, noyant l'aile supérieure des solives et solidarissant les divers éléments.

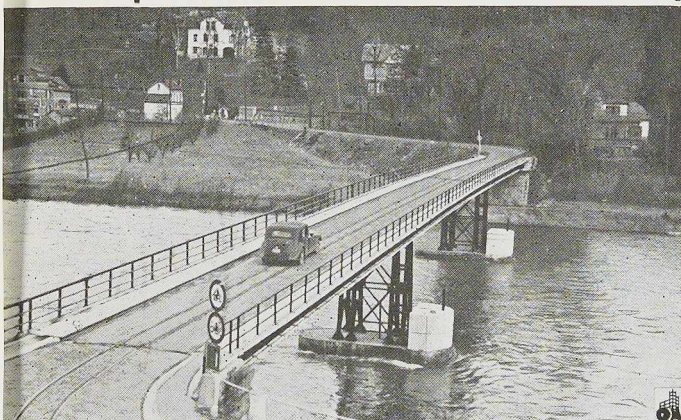
Les murs intérieurs sont de simples cloisons, constituées d'un cadre en tôle pliée (1 mm environ) comportant un montant en U tous les 40 cm et dans lequel viennent s'insérer les chambranles de portes. Des plaques de plâtre « Gyproc » sont vissées sur les montants et l'intervalle entre les deux faces de la cloison est bourré de fibre de verre pour assurer l'isolation thermique et acoustique. Environ 5 000 m² de ces cloisons peuvent être posés en une semaine, par une équipe de 35 hommes.

Les emplacements des salles de bains sont laissés vides, car celles-ci sont complètement montées en atelier, camionnées ensuite au chantier, hissées en place et boulonnées à l'ossature. Elles sont constituées d'une carcasse d'acier à plancher de tôle recouverte de linoléum et à parois latérales et supérieures en Arborite, un composé de bois et de ciment. Les portes métalliques, la baignoire, le lavabo et tous les accessoires sont installés, toutes les tuyauteries sont posées, de sorte qu'il n'y a plus au chantier qu'à raccorder les tuyaux d'alimentation, de chute et d'aération.

Les salles de bains sont posées « dos à dos », de manière à réserver entre elles une gaine dans laquelle passent toutes les colonnes montantes et descendantes de l'immeuble.

Les installations électriques d'éclairage, de téléphone, d'ascenseurs, ont été étudiées en détail pour procurer aux clients de l'hôtel le maximum de confort et de sécurité : par exemple, chaque chambre est éclairée par plusieurs appareils lumineux qui sont connectés sur des circuits différents, de façon qu'en cas d'incident ou d'accident il reste toujours un éclairage suffisant.





LE PONT DE LUSTIN,

DÉCRIT DANS CE NUMÉRO,
A ÉTÉ RÉALISÉ PAR

M. MAGNIETTE

Ingénieur civil

DILBEEK-BRUXELLES
RUE DE LA CHAPELLE
112

TÉLÉPHONE 21.65.63

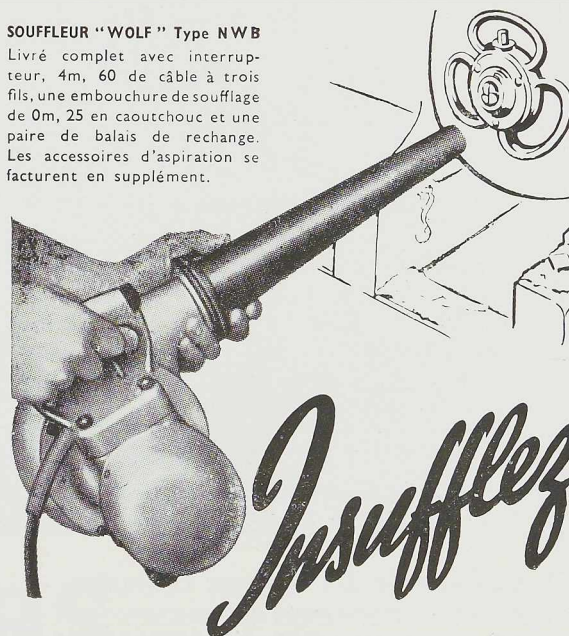
Entreprises générales
de travaux publics
et privés

Béton armé

Montages
de constructions
métalliques

SOUFFLEUR "WOLF" Type NWB

Livré complet avec interrupteur, 4m, 60 de câble à trois fils, une embouchure de soufflage de 0m, 25 en caoutchouc et une paire de balais de recharge. Les accessoires d'aspiration se facturent en supplément.



**UNE PROLONGATION DE
VIE DANS VOS MACHINES**

Prolongez de plusieurs années l'existence de vos machines, à l'aide d'un souffleur "Wolf" extrêmement puissant. Celui-ci souffle l'air à une vitesse de 350 Km.h., chassant poussières, crasses, limailles, copeaux, etc. L'embouchure en caoutchouc est une garantie de sécurité parfaite quand on travaille sur des appareils électriques. Nous vous offrons là une machine, dont le capital investi produit le dividende le plus élevé.

OUTILLAGE ÉLECTRIQUE

★ Prospectus de tout l'outillage "Wolf" sur demande.

Wolf

FABRIQUÉ PAR LA SOC. S. WOLF & CO. LTD., LONDRES, ANGLETERRE

Agents généraux pour la Belgique et le Grand Duché de Luxembourg (Vente en Gros et Entretien) :

J. & R. LENAERS

5, Ave. Ernest Renan, BRUXELLES, 3.

OZALID **OZALID**



Marque déposée

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

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

Exigez-le de votre reproducteur.

Fabricants exclusifs en Belgique :

G. M. C.

La Générale des Matières Colorantes

Produits chimiques et pharmaceutiques, Société Coopérative

66, avenue du Port, BRUXELLES

OZALID **OZALID**

Les activités techniques de "WARD" comprennent —

- Fer, acier et métaux autres que le fer, ciment, briques, granit et cailloutis; scories bitumées et bitume, macadam; déchets métalliques.
- Installations motrices et industrielles, machines-outils, grues, excavateurs, rouleaux, wagons à bascule, locomotives, moteurs; installations et appareils d'entrepreneurs.
- Machines pour la préparation d'aliments, machines pour tréfileries; machines pour l'industrie chimique; chaudières et réservoirs.
- Constructions en acier, rails et voies de garages; travaux de démolition et de reconstruction; déséquipement de bateaux.
- Echelles en métal léger et échafaudages; petit outillage pour ingénieurs; équipement électrique.

Le Directeur des bureaux « Ward » en Benelux est toujours heureux de discuter les problèmes concernant les importations et les exportations.

THO. W. WARD (BELGIUM) S.A.

8, LONGUE RUE DES CLAIRES

ANVERS · BELGIQUE

TELEPHONES

228.47 - 228.51 ANVERS

ADDRESSE TELEGRAPHIQUE

WARDSMAN ANVERS

IMPORTATIONS et les EXPORTATIONS



INDUSTRIELS

La concurrence s'annonce âpre.
Abaissez vos prix de revient!

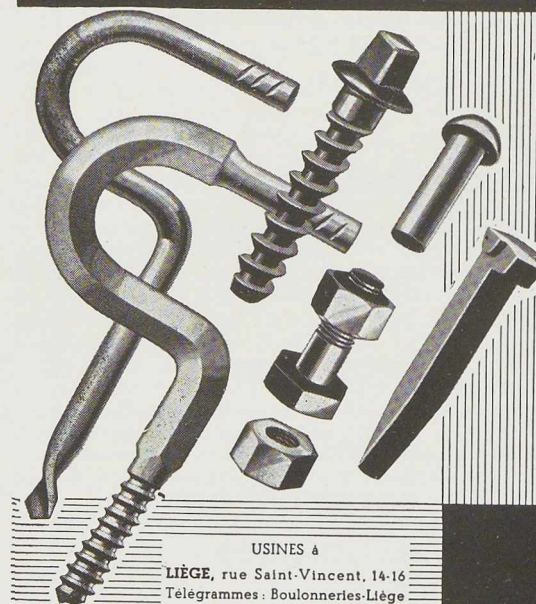


Spécialisé en
ÉLECTRICITÉ
MÉCANIQUE
THERMO - DYNAMIQUE
GÉNIE CIVIL

Se charge d'étudier
l'ORGANISATION
l'AMÉLIORATION
la TRANSFORMATION
l'AGRANDISSEMENT
de vos usines

Bureau d'Etudes Industrielles F. COURTOY
S. A. — 43, rue des Colonies, BRUXELLES

STÉA^{ME} DES BOULONNERIES DE LIÈGE ET DE LA BLANCHISSERIE



USINES à

LIÈGE, rue Saint-Vincent, 14-16

Télégrammes : Boulonneries-Liège

MARCINELLE, rue de Couillet, 82

Télégr. : Boulonneries - Charleroi

SOBELPRO

LES SPÉCIALISTES
DU RÉSERVOIR

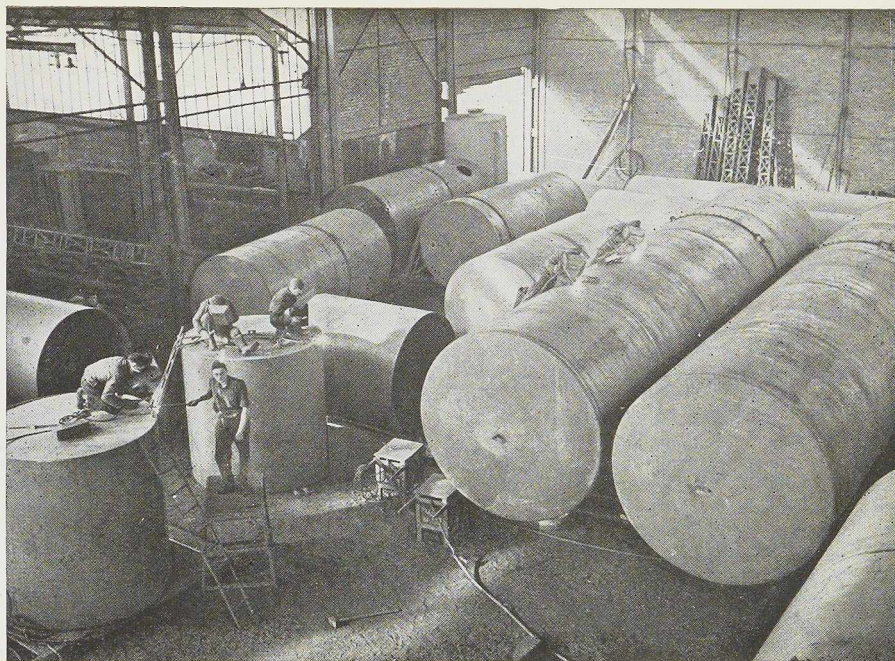
ATELIERS DE CONSTRUCTIONS
& CHAUDRONNERIES
G. ET A. LEFEVRE

FRÈRES

S. P. R. L.

103, rue Paul Pastur
RANSART-LEZ-CHARLEROI

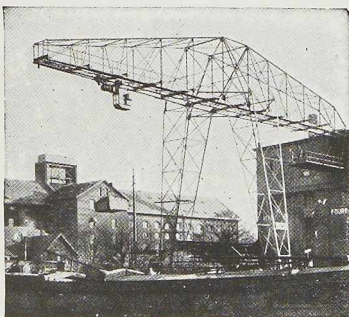
Du matériel garanti aux
prix les plus bas et dans
des délais très courts



CONSULTEZ-NOUS

RESERVOIRS

DE TOUTES CAPACITÉS POUR
MAZOUT, ESSENCE, VIN, ALCOOL,
PRODUITS CHIMIQUES, ETC.



ATELIERS DE
CONSTRUCTION **P. BRACKE** S.P.R.L.

30-40, Rue de l'Abondance, BRUXELLES

Tél. : 17.39.66

R. C. B. : 303

**Ponts roulants, monorails
Charpentes, ossatures**

Palans - Treuils - Cabestans - Moufles TOUTES RÉPARATIONS

BERGERAT-DUTRY S. A.

Tél. 12.50.72

21, rue de la Senne, BRUXELLES

Télégr. Bedutry-Bruxelles

IMPORTATION
DE GROS MATÉRIEL
DE MANUTENTION,

MINES, CARRIÈRES
ENTREPRISES DE
TRAVAUX PUBLICS

Architectes,

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

INDEX DES ANNONCEURS

	Pages		Pages
A		L	
A. C. M. T.	13	Usines Lauffer Frères	26
L'Air Liquide.	18	G. & A. Lefèvre	31
Arcos, « La Soudure Electrique Auto- gène »	25	Laminoirs de Longtain	7
B		M	
B. E. I.	30	Magniette	29
Bergerat-Dutry	31	N	
Usines Gustave Boël	12	Nobels-Peelman	couv. IV
Ateliers de Bouchout et Thirion Réunis	21	O	
S. A. des Boulonneries de Liège et de la Blanchisserie	30	L'Oxydrique Internationale	23
Ateliers P. Bracke	31	S	
La Brugeoise et Nicaise & Delcuve	couv. II	Siderur	17, 27
C		Someba	6
P. & M. Cassart	5	Soudométal	16
Cockerill	couv. III	T	
Columeta	8-9	Usines à Tubes de la Meuse.	10
D		U	
Davum	21	Ubell	15
Alexandre Devis & C¹⁰	14	Ucométal	11
Ateliers Dutrannoit	26	V	
E		Ateliers Vanderplanck, S. P. R. L.	16
Société Métallurgique d'Enghien-Saint- Eloi	28	W	
E. S. A. B.	2	Thos. W. Ward (Belgium), S. A.	30
G		S. Wolf & C¹⁰	29
G. M. C.	30	Anciens Ets Paul Würth	22
J			
S. A. Ateliers de Construction Jambes Namur	20		
Jouret	19		