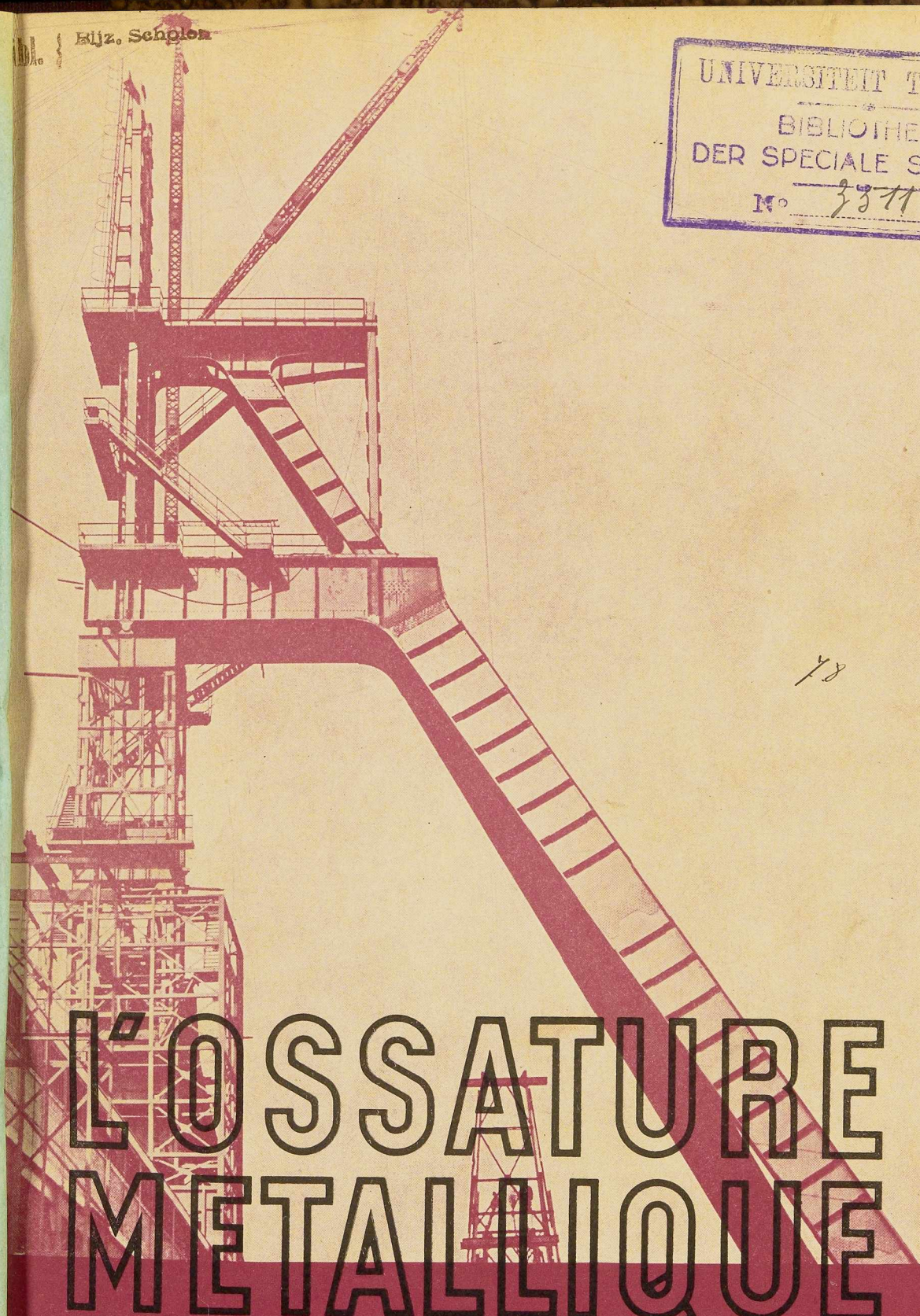


Hijz. Scholen

UNIVERSITEIT TE GENT
BIBLIOTHEEK
DER SPECIALE SCHOLEN
No 3377

JANVIER
1947



L'OSSATURE METALLIQUE

BIBL. UNIV.
GENT

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER ÉDITÉE PAR
LE CENTRE BELGO-LUXEMBOURGEOIS D'INFORMATION DE L'ACIER



LA BRUGEOISE et NICAISE & DELCUVE

SOCIÉTÉ ANONYME

Usines à Saint-Michel-lez-Bruges
et à La Louvière (Belgique)
Direction Générale à St-Michel-lez-Bruges

**ACIERIES, FORGES ET
ATELIERS DE CONSTRUCTION**

L'OSSATURE MÉTALLIQUE

UNIVERSITEIT TE GENT
BIBLIOTHEEK
DR. B. DE SCHOLEN
3571

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 »

12^e ANNÉE

N^o 1 - JANVIER 1947

S O M M A I R E

La Ferronnerie d'Art, œuvre d'architecture, par Pierre-Louis Flouquet	1
Le nouveau chevalement au puits Marie-José des Charbonnages de Maurage, par J. F. van der Haeghen . . .	10
Nouvelles tendances dans la construction du matériel roulant en Belgique, par J. Lourtie	22
Spécifications belges des aciers pour construction soudée, par R. A. Nihoul	35
CHRONIQUE : Le marché de l'acier pendant les mois d'octobre et novembre 1946. - Inauguration de la « Maison du Jour » à Stockel. - Concours d'architecture. - Conférences de M. R. A. Nihoul. - Congrès de la soudure à Utrecht. - L'industrie sidérurgique australienne. - Congrès national de l'habitation et du logement à Bruxelles. - Nouveaux règlements américains	49
BIBLIOTHÈQUE	52
BIBLIOGRAPHIE	54

ABONNEMENTS 1947 (11 numéros) :

Belgique, Grand-Duché de Luxembourg, Congo belge : 160 francs belges.

France et ses Colonies : 700 francs français, payables au dépositaire général pour la France : Librairie des Sciences GIRARDOT & C^{ie}, 27, quai des Grands-Augustins, Paris 6^e (Compte chèques postaux : Paris n^o 1760.73).

Etats-Unis d'Amérique et leurs possessions : 8 dollars, payables à M. Léon G. RUCQUOI, Technical Consultant to the Steel and Mechanical Industries of Belgium & Luxemburg, 30 Rockefeller Plaza, New York 20, N. Y.

Autres pays : 280 francs belges.

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

PRIX DU NUMÉRO :

Belgique, Grand-Duché de Luxembourg, Congo belge : francs belges 20,- ;
France : francs français 80,- ; **autres pays** : francs belges 35,-.

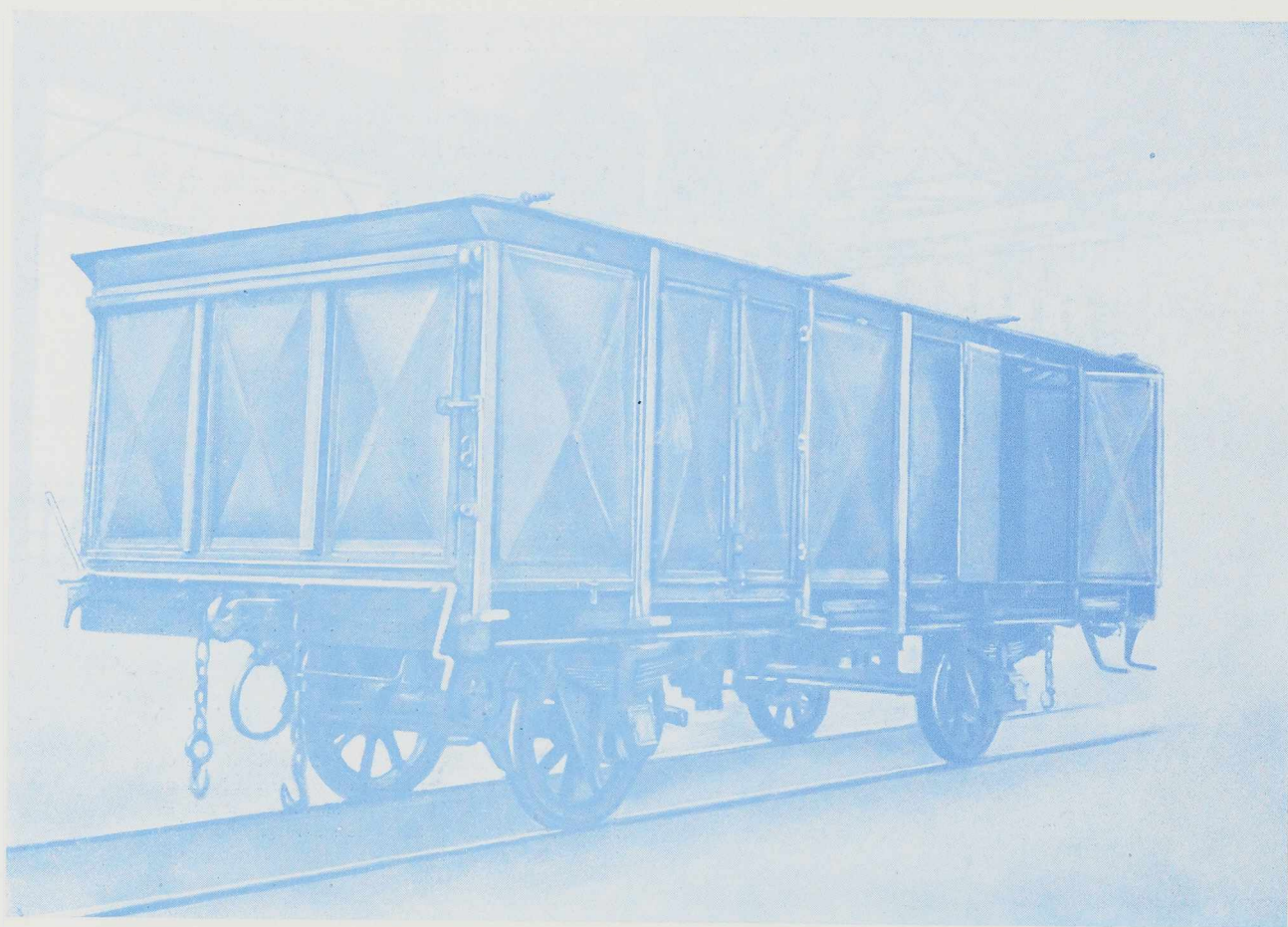
DROIT DE REPRODUCTION :

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

BIBL. UNI
GENT

1946/A. 1951

CONSTRUCTION
SOUDEE DU MATÉRIEL ROULANT



ÉLECTRODE **STABILEND**

FORMULE 1946

 **ARCOS**

LA SOUDURE ÉLECTRIQUE AUTOGÈNE
58-62, RUE DES DEUX-GARES BRUXELLES

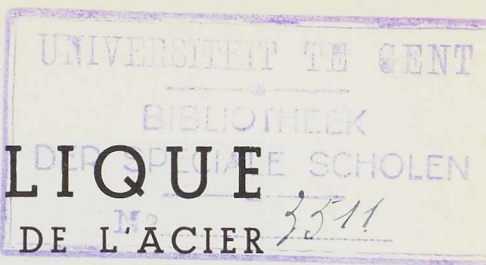
ANT

L'OSSATURE MÉTALLIQUE

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER

12^e ANNÉE - N° 1

JANVIER 1947



La ferronnerie d'art, œuvre d'architecture

par Pierre-Louis FLOUQUET



Je viens de relire l'excellent texte que l'architecte Verlant donna voici deux ans à *L'Ossature Métallique*. Cet architecte artiste, cultivé et de goût raffiné, exploita si bien le problème de la ferronnerie d'art, traça avec tant de précision la courbe de son développement, marqua si bien les phases de son évolution, qu'au premier moment il m'a semblé peu utile de revenir sur le sujet, — du moins à l'intention de lecteurs aussi bien informés.

Il m'apparut ensuite que, sans vouloir rééditer son travail, sans prétendre le reprendre où le laissa mon sympathique prédécesseur, je pouvais exprimer un point de vue peut-être sensiblement différent, et montrer que certaines formes, certaines techniques doivent être préférées pour des raisons très actuelles qui ont leur sens, leur utilité, leur beauté.

La ferronnerie, métier d'art selon les uns, art industriel selon les autres, a pour lointain ancêtre le vieil et noble métier de serrurerie.

C'est un art mâle, exigeant de la force, de la volonté, de la raison. Traditionnellement, sa base est le travail de forge, dont le caractère viril procure le plus de satisfaction à l'artisan. Dans l'opération de forgeage, le ferronnier lutte avec la

Fig. 1. La vignette ci-dessus représente saint Michel terrasant le dragon. Cette figure en fer battu est l'œuvre du ferronnier Jules Heyndrickx.

matière. Sans autre auxiliaire que le feu, relancé par le souffle, son marteau modèle le métal informe. Pétrie, étirée, refoulée, et tour à tour battue à grands coups ou à petits coups, la barre droite et rigide prend des formes simples et variées, qui expriment un souci de beauté.

La ferronnerie demande donc au praticien, en plus de connaissances profondes du fer et de l'acier, une vive intelligence des formes et des facilités de composition. Ce qui est vrai pour les partisans de l'école traditionaliste, l'école du marteau, ne l'est pas moins pour ceux de la tendance moderne, qui ajoutent aux possibilités de prestige de la création manuelle du martelage sur l'enclume, les moyens très vastes qu'offre aujourd'hui l'outillage mécanique.

Le premier devoir du ferronnier des deux écoles est de respecter le génie de la matière. Quoi qu'on dise et puisse tenter, on ne peut tout demander au fer, même si sa ductilité lui permet de tout exprimer.

Les œuvres splendides du passé nous rappellent que son expression la plus parfaite est dans le jeu des lignes dont une composition habile dresse dans l'espace les architectures à la fois robustes de fait et d'aspect délicat, nouées et dénouées dans la lumière.

Les Arabes, grands maîtres ès arts linéaires, ont tiré des innombrables possibilités expressives des droites et des courbes, des motifs ornementaux magnifiques. Nul autre moyen plastique ne surpasse en grâce ces éléments, à la fois simples et susceptibles du plus grand raffinement, même lorsqu'ils sont mis au service d'une vision à la fois sobre et nue de la beauté.

Il n'importe pas de tourmenter le mètre, de le contraindre à des formes baroques, à des com-



D
4 6

NE
ELLES

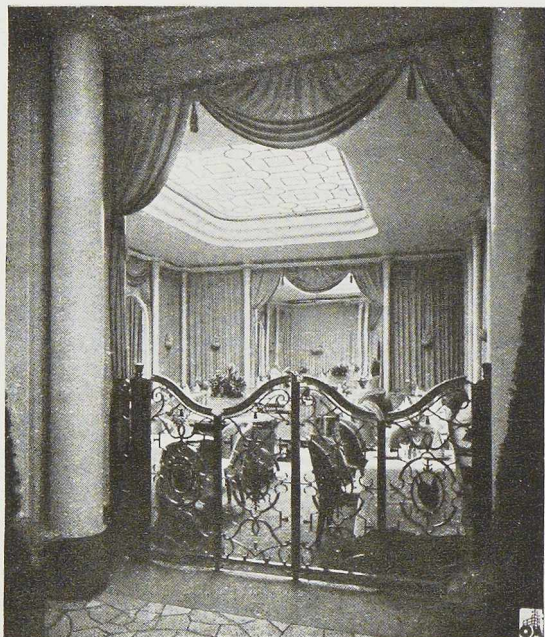


Photo le Berrurier.

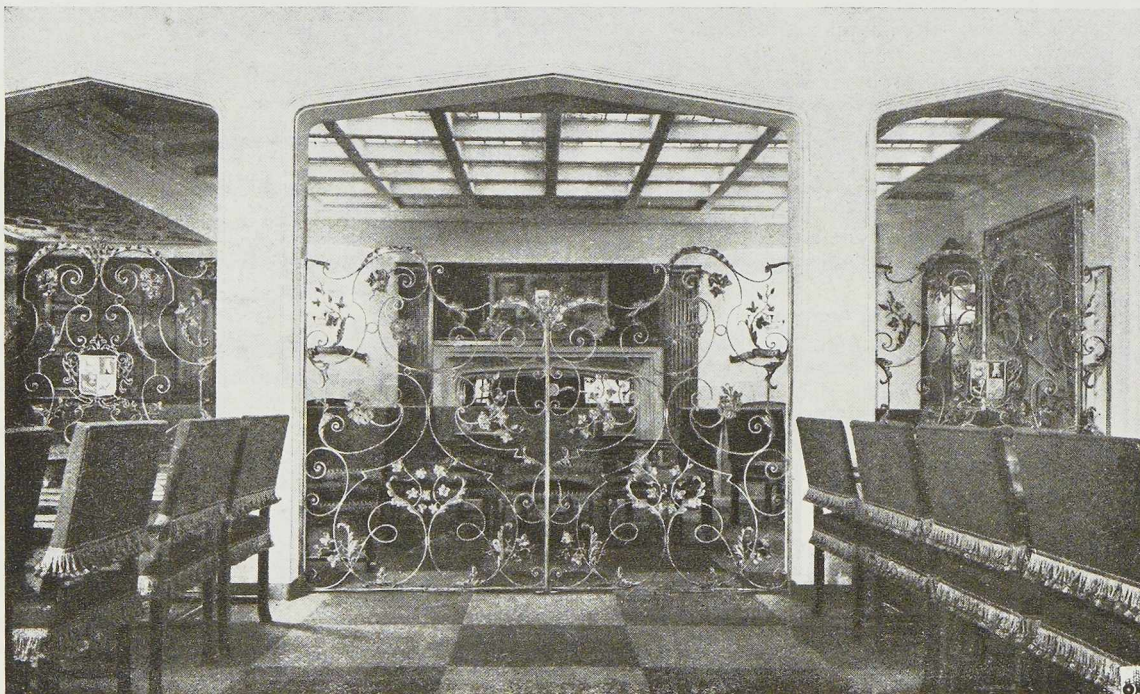
Fig. 2. Grille décorative pour un restaurant. Œuvre du ferronnier bruxellois Alexandre.

positions d'une vaine complexité. La prouesse acrobatique, la fantaisie qui n'a d'autre but qu'elle-même s'éloignent du vrai postulat esthétique, le style de la pureté, qui est aussi celui de la sérénité. Les œuvres les plus durables sont fondées sur une économie de moyen lucide et raisonnée, fruit d'une inspiration claire et d'une technique raisonnable. Car en toutes choses qui sont du domaine de l'Esprit, la grandeur est de connaître les limites et d'observer volontairement les disciplines.

Il est des raffinements irrationnels qui expriment une décadence. On place bien des sottises sous le signe de l'invention nécessaire — ou de la poésie des formes. Que dire, par exemple, des œuvres d'un batteur de fer qui, plume après plume et à grand renfort de soudure, façonne un coq hérissé, la crête en bataille, l'œil dur, le bec sifflant. Comme c'est vivant, disent les admirateurs du patient artisan. Peut-être. Pourtant ce tumulte de fer martelé n'a rien de commun avec l'œuvre d'art véritable. Pour étonnante qu'elle soit, et prodigieuse d'habileté, ce n'est qu'une singerie vulgaire et sans espérance. Le nombre de ses thuriféraires importe peu. Aussi bien, le grand nombre préférera Meissonnier à Rembrandt.

S'il s'agit d'ouvrages traditionnels, on se défiera avec raison des vrilles, des lianes enchevêtrées, des feuilles lancéolées, et, en général, des lignes inter-

Fig. 3. Grille décorative pour un cercle privé.
Conception de l'architecte Louis Govaerts de Bruxelles, exécutée par la maison Franck, d'Anvers.
Photo Pichonniers frères.



rompues, qui même si elles ne sont pas aiguës, constituent autant de dangers pour les mains et les vêtements. Du point de vue de l'harmonie d'ailleurs, il est préférable que la composition réalise des ensembles continus, inscrits dans le schéma d'une simple et souple géométrie, les éléments linéaires se soudant le plus possible les uns aux autres, afin d'assurer par la multiplication des points d'appui la robustesse de l'œuvre, et son caractère architectural.

La coloration du métal demande également une étude. Le grand inconvénient est la nature oxydable du métal. La rouille malencontreuse dégrade le plus bel ouvrage. La peinture préserve mais efface les traces délicates du martelage qui sont l'un des charmes d'une noble ferronnerie.

Il faut avoir recours aux procédés chimiques qui produisent des patines distribuées avec tact, suivant que la force ou la masse exige un aspect sévère ou chatoyant. Le gris d'argent, teinte naturelle du fer, possède une valeur décorative que l'habile artisan multiplie en faisant intervenir aux

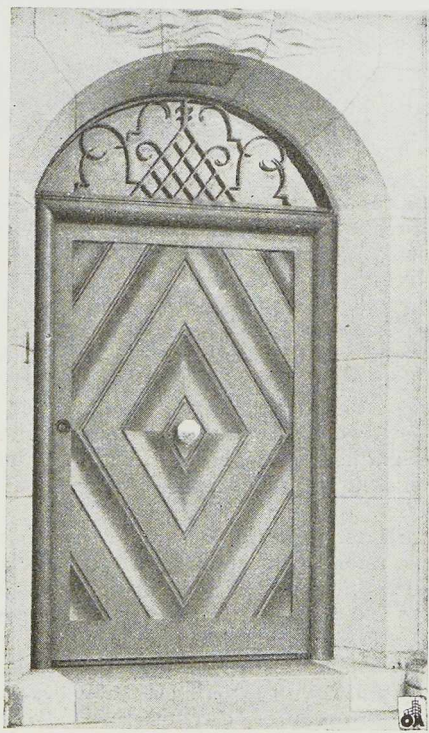


Photo Duquenne.

Fig. 4. Dessus de porte en fer forgé au marteau. Conception de l'architecte Raymond Moenaert, exécutée par le ferronnier Pierre Desmedt.

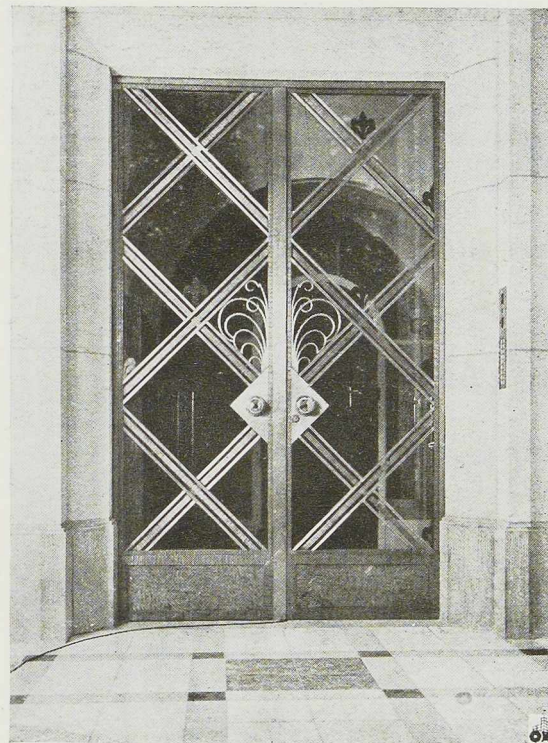


Photo Sergysels.

Fig. 5. Porte d'entrée d'un immeuble de rapport, travail mécanique. Conception de l'architecte M. Vermeiren, exécutée par le ferronnier V. Mergaux.

endroits voulus des nuances plus claires ou plus sombres.

On a beaucoup critiqué *la menuiserie métallique*. Le mot me semble plus désagréable que la chose. Certes, en bon poète épris d'authenticité, je reste attaché au travail manuel, au noble labeur de la forge, mais je ne crois pas qu'un ouvrage de forge soit moins beau parce que *la machine-outil supplée la main humaine*. Elle seule, dit Clouzet, permet d'aborder certains grands travaux de forge. Et il invite les forgerons modernes à se défier de *la superstition du marteau*.

Je ne pense pas qu'il puisse se trouver un ferronnier cultivé, conscient des moyens de chaque outil, ancien ou moderne, qui nie les possibilités intéressantes mises par la machine au service du ferronnier. Non seulement, elles ont décuplé ses moyens et ses possibilités créatrices, mais elles ont fortement diminué sa fatigue — ce

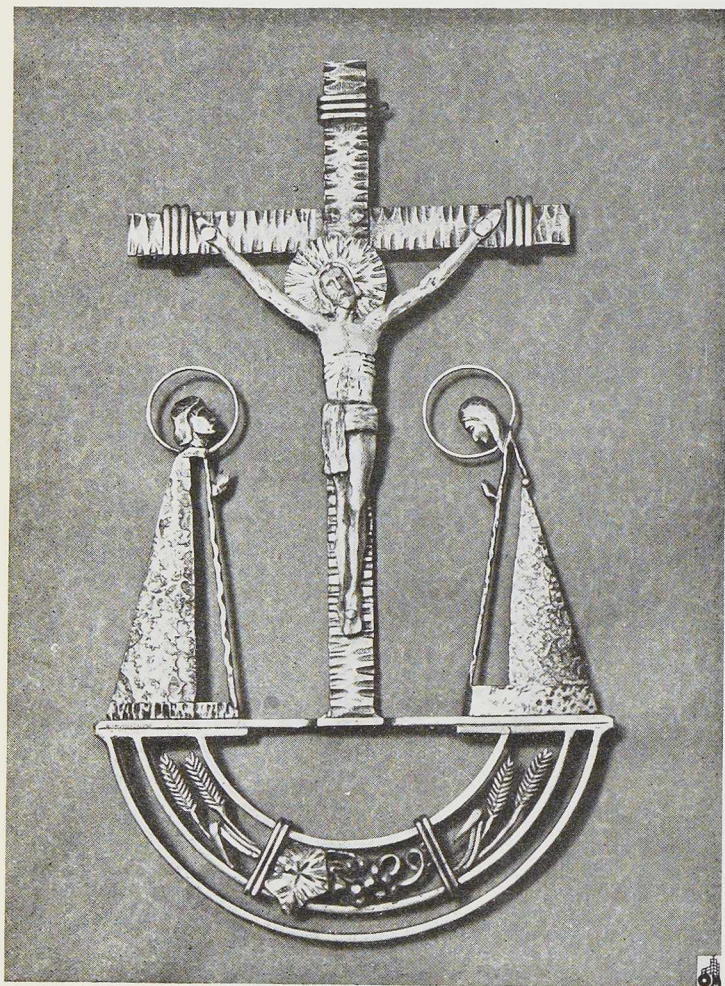
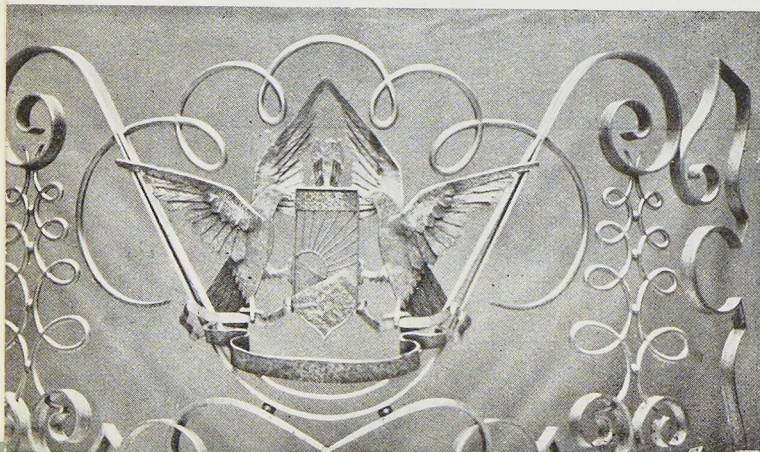


Photo Paul Leenders.

Fig. 6. Calvaire en fer forgé à l'ancienne.
Œuvre de l'artisan ferronnier Jules Heydrickx.

Fig. 7. Élément de grille. Fer forgé à la main.
Œuvre de Jules Heydrickx.

Photo La Camera.



qui n'est pas sans intérêt — et le prix des ouvrages.

La précision du marteau-pilon, la puissance de la cisaille mécanique, la rapidité de la raboteuse, l'économie de peine que représentent les cintruses et les polisseuses sont de notre temps. Un simple coup de cisaille tranche vingt-cinq barres, qui devaient jadis être débitées une à une.

Les vieux artisans d'autrefois, les serruriers du xiv^e siècle, étaient convaincus que la tradition vivait de renouvellement technique. Ils le prouvaient en introduisant dans leurs grilles des plaques en fer soudé, en substituant au fer pris dans la masse des plaques de tôle découpée, repérée et ciselée.

Le progrès des métiers est marqué par le progrès de l'outillage, le meilleur outil permettant d'obtenir de la matière plus de docilité et de tenter des synthèses originales, de créer des formes nouvelles.

Dans l'ordre de la soudure, la soudure autogène, grâce au chalumeau, outil rapide, peu encombrant, simplifia beaucoup d'opérations.

Les grands apports de la machine sont donc l'accroissement des moyens techniques, la multiplication des possibilités esthétiques, la rapidité unie à une grande simplification des manipulations, dont il résulte une sérieuse économie de peine, enfin la réduction sensible du coût d'un ouvrage de forge de destination normale.

Tout ceci cependant ne va pas sans présenter quelques dangers.

Les facilités de la machine peuvent faire perdre le sens profond du beau métier du feu que régissent les lois de l'architecture. Le praticien imaginaire est plus qu'autrefois encore tenté de s'abandonner à sa fantaisie et à sa virtuosité. Le public dont l'information est mince et le goût souvent mal formé, accorde une attention que méritent seulement les œuvres essentielles à des ouvrages qui recherchent surtout l'effet.

Si l'orfèvrerie du fer est, pour reprendre le propos d'un esthéticien du début du siècle, un exemple à finir pour les maîtres du marteau, les mariages compliqués de formes, aggravés par des mariages de métaux différents, de patines excessives, sont pour les ferronniers de l'école moderne le plus subtil écueil. On ne redira jamais assez que les qualités de robustesse et d'ampleur sont les plus saines, qui conservent à l'ouvrage le caractère essentiel du métal, ductile au feu mais voué à la rigidité.

La raison moderne, qui recherche les principes originaux de tous les arts et de toutes les tech-



Fig. 8. Table de hall en fer forgé. Cette pièce a été exécutée avec des moyens de fortune par un amateur, M. Victor Brassart, chef d'atelier dans un charbonnage du Borinage.

niques, les a ramenés l'un après l'autre dans la voie logique qui leur est propre. Dépouillée de nombreuses superfluités, soumise à la double idée de la logique constructive et de la pureté formelle, la ferronnerie moderne produit de nombreuses œuvres qui égalent celles des meilleures époques.

Peut-être, un moment, alla-t-on aux excès en recherchant le maximum de dépouillement décoratif. L'invention des formes en souffrit. Mais l'esprit de fantaisie ne mourut pas. Il a ressurgi et la forte leçon de discipline permet aux meilleurs ferronniers de l'émonder, de la canaliser.

Aussi bien la ferronnerie, art décoratif, ne peut être réduit à l'état de grilles élémentaires. Lorsque le célèbre architecte viennois Adolf Loos énonça le fameux principe : *Ornement est crime*, basé sur des considérations économiques (de caractère social) plus qu'esthétiques, il faisait bon marché de certains besoins humains — dénoncés comme barbares — d'orner les objets usuels et le logis, décor de la vie quotidienne. Le besoin de

fleurir, de rendre agréable n'est nullement barbare, au contraire, et s'il est vrai que la ligne pure et la forme ne sont au sommet de la hiérarchie esthétique, une telle ascèse n'est pas tenable pour tous.

C'est le propre des théoriciens d'énoncer les principes et de construire des systèmes, à la commune mesure desquels ils entendent enchaîner tous les tempéraments, toutes les sensibilités, toutes les intelligences.

Ils affirment — *ex cathedra* — que la seule vérité, le seul salut est dans leur credo. Autour de ces postulats passionnés, des discussions se nouent qui animent pour un temps la vie intellectuelle d'une époque. Des œuvres naissent, qui grâce à des dons individuels illustrent mal ou bien la doctrine. Immanquablement pourtant, le temps fait son œuvre, la tension se relâche, les idées et les œuvres se classent et le combat cesse faute de combattant. Ou plutôt la vie continue en agitant des idées nouvelles, en suscitant des œuvres originales presque toujours contradictoires.

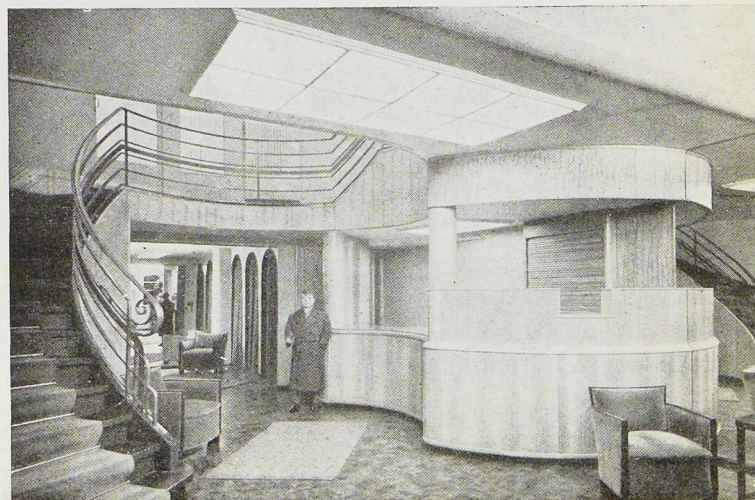
En fait, la valeur, ou plutôt l'opportunité d'une doctrine dépend du temps et du lieu. La vérité esthétique, bien que fondée sur des canons (lois) est une réalité d'époque, l'expression même de la relativité des productions humaines.

Nous sourions en nous souvenant que le Roi-Soleil nommait les grands peintres flamands des peintres de magots, mais nous méprisons les œuvres gracieuses et poétiques des Préraphaélites, et fêtons les œuvres inquiétantes, dépaysantes pour l'esprit, de nos modernes *surréalistes*.

Si certains arts, la littérature et la peinture, permettent de donner audience à l'ange du bizarre, de tenter les confessions psychiques les plus audacieuses, de rechercher les formes les plus hermétiques, les arts plastiques les plus directement associés à l'architecture, sont tenus de ne pas quitter le domaine de la raison et des harmonies contrôlables.

Fig. 9. Rampe d'escalier dans un magasin de confection. Conception de l'architecte M. Vermeiren, exécutée par le ferronnier V. Mergaux.

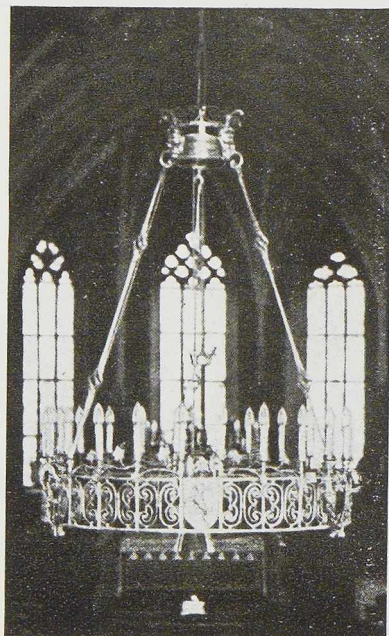
Photo Sergysels.



Pour nous, alors que l'art littéraire prétend retrouver dans les provinces étranges de l'imagination le principe même de sa fonction spéculative et poétique, l'architecture se rapporte toujours plus étroitement au principe de la fonction pratique, trouvant dans l'expression rationnelle et sensible de sa destination le moyen d'une harmonie supérieure. Pour le ferronnier, comme pour le vitrailliste ou le céramiste, la fidélité à l'esprit d'une époque sous-entend la recherche volontaire d'une unité parfaite avec les concepts présents de l'architecture. C'est-à-dire, en limitant les ressources de l'invention plastique au registre des formes logiques. Domaine si vaste, qu'il ne peut appauvrir le véritable créateur et que l'impuissant seul trouve trop étroit ou sans saveur.

L'artisan vraiment moderne et vraiment créateur a le courage de renoncer aux facilités de l'imitation servile du passé. Mais il ne lui est pas interdit de s'inspirer de certains thèmes linéaires anciens s'il se sent assez de force pour les revivre et les transformer. Le poète et le musicien savent ainsi, sur un thème magnifique, établir des variations qui sont en fait des créations nouvelles. Pourtant, lorsque devant le papier clair, l'artisan cherche à fixer les formes de son désir,

Fig. 10. Lustre exécuté pour l'église paroissiale de Bastogne, par le ferronnier Pierre Scholtus-Massens de cette ville.



il importe qu'il repousse la tentation de s'abandonner aux complaisances du crayon.

Les métaux nouveaux, les alliages originaux (le duralumin), le bronze, les dorures, la peinture et les patines font partie du matériel esthétique moderne, dont les résultats sont d'une étonnante diversité. Cent combinaisons nouvelles ont vu le jour, les unes austères, les autres délicieuses. De la souple arabesque de fer clair rythmée avec les fers plats, le mariage de métaux anciens et d'alliages modernes, du fer poli, de l'acier inoxydable, du bronze, du duralumin.

Certains métaux montrent des barres d'inoxydable alternant avec des fers peints; d'autres, des tubes dorés sur méplats de tôle sombre; des jeux de sujets martelés et même ciselés construits avec des pleins et déliés obtenus par étirement à la gorge; des chambranles en saillies et plan en profondeur dans une porte rehaussée de cabochons de bronze...

S'il faut se défier des facilités du crayon, il faut se méfier aussi des effets avantageux de l'aquarelle. La recherche chromatique ne peut être poussée trop loin. Un ouvrage de ferronnerie ne peut avoir l'ambition de se présenter comme une sorte de panneau décoratif. Il est toujours mauvais de créer des confusions — et cer-

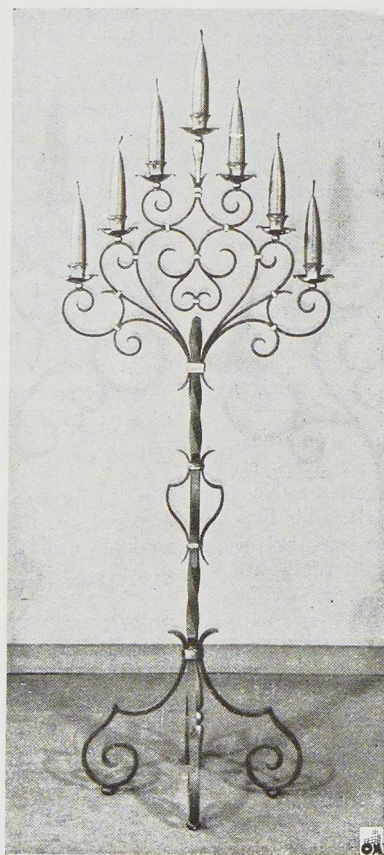
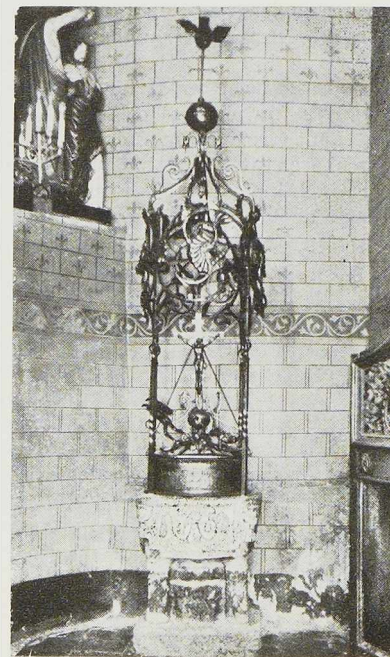


Fig. 11. Chandelier sur pied. Conception et exécution du ferronnier bruxellois Pierre Krischer.

Fig. 12. Baptistère en fer forgé. Travail à l'ancienne, exécuté pour l'église paroissiale de Bastogne, par le ferronnier Pierre Scholtus-Massens.



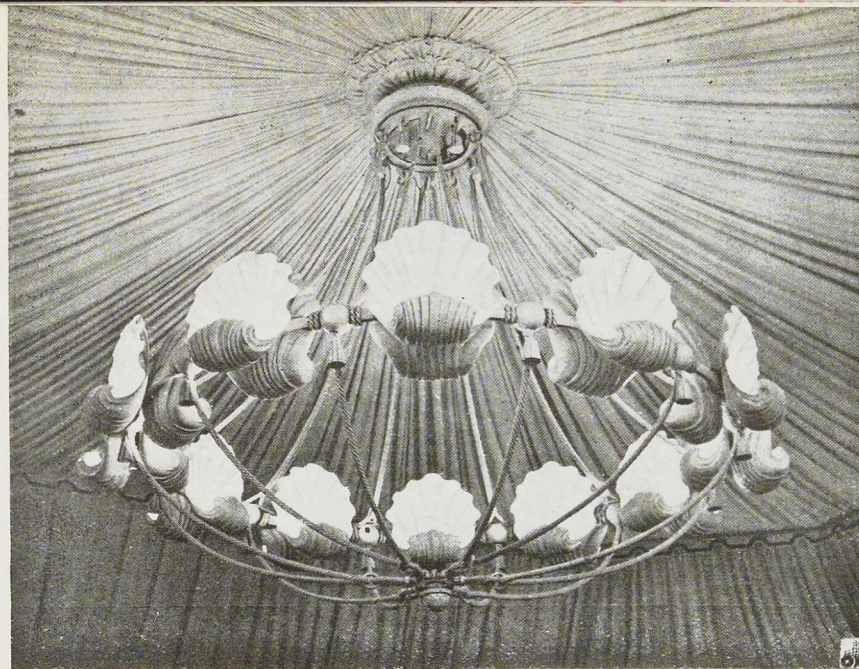


Photo le Berrurier.

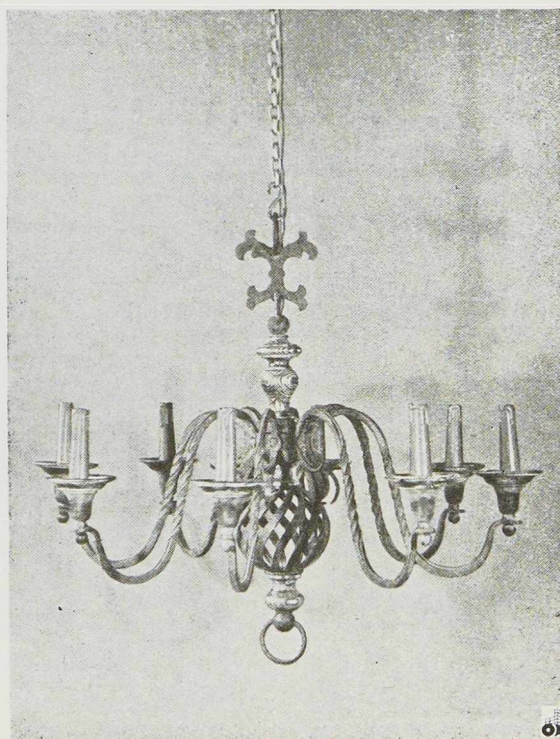
Fig. 13. Lustre moderne conçu pour les « Ambassadeurs » (Le Zoute) par l'architecte Keutter et exécuté par le ferronnier Alexandre.

tains effets de richesse matérielle sont la marque connue de la pauvreté spirituelle.

Il est si plaisant de confier au papier, en quelques traits *inspirés*, de brillants motifs décoratifs, que les architectes eux-mêmes — les maîtres de l'œuvre — n'y résistent pas à tout coup. Nous connaissons des architectes cultivés qui voudraient littéralement dessiner à l'aide du fer — des silhouettes humaines, nues ou drapées, parfois délicieuses mais qui gardaient tout de même une sorte d'infériorité vis-à-vis de simples ferronneries géométriques. Ces silhouettes ajourées, dressées sur fond d'espace de verre ou de bois précieux, sont un typique exemple d'une erreur de raisonnement. Jamais le dessinateur ne doit l'emporter sur le ferronnier. Tout ouvrage, dût-il réclamer le capital entier des moyens techniques modernes, demeure placé sous le signe de l'enclume et du marteau, qui exigent des conceptions à la fois sobres et logiques.

On ne fait guère de nos jours de grandes grilles dessinées. La porte en fer forgé, d'un si grand prestige, est devenue coûteuse. Les rampes d'escalier, toujours recherchées pour l'impression qu'elles donnent de légèreté et de robustesse, permettent des applications techniques d'un charme très moderne. Pourquoi ne reverrions-nous pas, dans la composition grave et sereine des habitations patriciennes d'aujourd'hui, les beaux balcons en fer forgé infiniment préférables aux lourdes loggias et surtout aux balcons pleins dont

Fig. 14. Lustre d'appartement conçu et exécuté par le ferronnier Pierre Krischer.



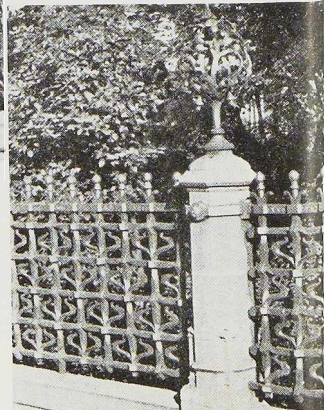
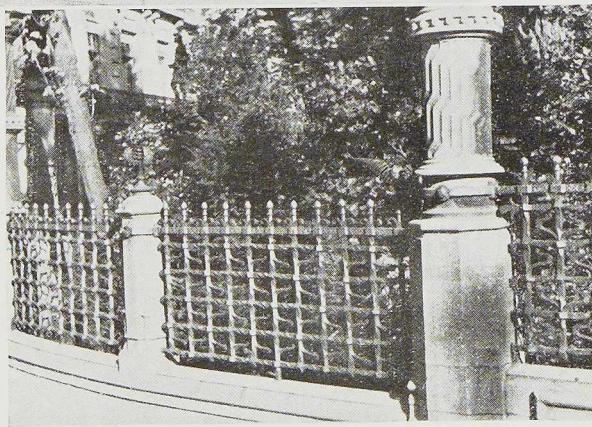
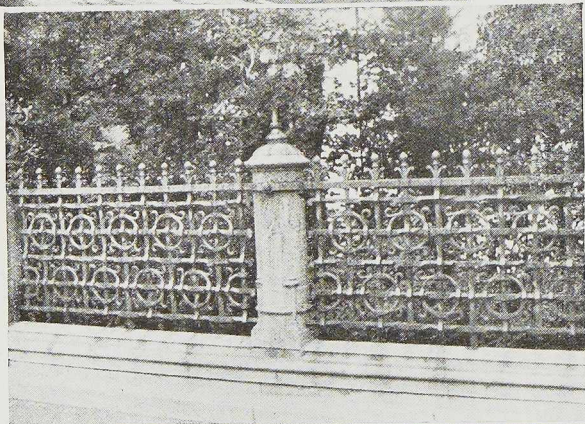
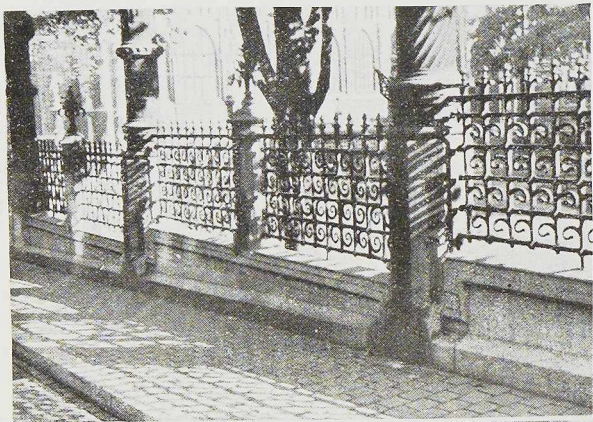
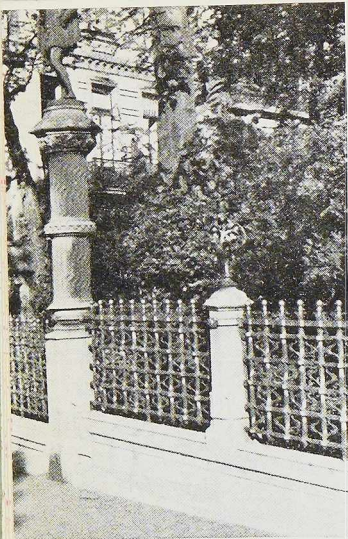


Fig. 15 à 19. Les célèbres grilles en fer forgé au marteau, ornant le square du Petit Sablon, à Bruxelles. Elles se signalent par la grande variété de leurs motifs ornementaux et la puissance de l'exécution respectant l'unité de l'œuvre.

Fig. 20. Lanterne en enseigne du Casino de la Société Hadir à Luxembourg, adaptée à l'architecture de la bâtisse.



la laideur ne peut être excusée par un raisonnement constructif, d'ailleurs spécieux.

Plusieurs de nos ferronniers ont atteint une maîtrise qui ne le cède en rien aux plus réputés batteurs de fer de Paris ou de Londres.

M. Jacques Alexandre compte à son palmarès technique et esthétique, des œuvres martelées et des ouvrages modernes d'un haut prestige; Pierre Krischer et Pierre Desmedt possèdent des moyens non moins étendus; Jules Heyndrickx donna sur un mode parfois primitif, des œuvres parfois inattendues, souvent plaisantes; Holemans conçut à l'usage d'églises des ouvrages harmonieux.

Ces grands artisans ont presque toujours con-

servé une forte compréhension des impératifs de leur noble métier. Ils usent avec habileté de secrets retrouvés, de tours de main personnels, de moyens esthétiques inspirés par le raffinement de leur culture intellectuelle.

L'équilibre des parties — au service de l'unité — la qualité des lignes, la robustesse ou la légèreté des formes, la netteté des attaches ou des soudures, la logique constructive se retrouvent de façon constante dans les œuvres du feu produites en Belgique.

C'est dans cet accord à l'œuvre d'architecture que notre production nationale trouve sa permanence, sa poésie et sa plénitude. P.-L. F.



Fig. 21. Vue d'ensemble du nouveau chevalement au puits Marie-José des charbonnages de Maurage avec ses deux molettes en place.

Nouveau chevalement au puits Marie-José des Charbonnages de Maurage

par J. F. van der Haeghen,
Ingénieur-Conseil
Professeur à l'Université de Louvain

Programme d'ensemble

L'étude minutieuse de son gisement ayant démontré que les couches de houille s'inclinaient du nord au sud en se rapprochant du siège Marie-José, déjà partiellement modernisé, la Société des Charbonnages de Maurage, sous l'impulsion éclairée de son directeur-gérant, l'Ingénieur E. Gheur avait décidé, quelque temps avant guerre déjà, d'inaugurer un vaste programme de concentration de ses exploitations autour du dit siège. On y avait d'ailleurs reconnu par sondages la présence de bonnes veines à 1.250 mètres de profondeur.

Les avantages de semblable concentration se caractérisaient par :

— La suppression d'un siège ancien encore pourvu de machines à vapeur datant de 1890 et 1911, arrivées à leur limite de capacité, pour la profondeur de 950 mètres;

— Le remplacement de ces machines à vapeur par des moteurs électriques, de rendement bien meilleur et d'exploitation beaucoup plus économique;

— La réduction du coût des transports au fond;

— La suppression presque complète du personnel de surface afférent au vieux siège désaffecté;

— La diminution du temps affecté à la translation du personnel le long des puits, grâce à l'emploi de cages de grandes dimensions;

— La facilité du classement préalable du personnel par l'aménagement centralisé de salles appropriées.

Conditions générales du problème

Pour répondre à ce programme d'ensemble, les desiderata et conditions du problème en ce qui concerne l'extraction, se précisaient comme suit :

— Extraction de 1.000 tonnes nettes de charbon, soit environ 2.000 tonnes brutes (charbon

et terre) en 1 poste de 8 heures, à la profondeur de 1.250 mètres;

— Même production pour une profondeur éventuelle de 1.450 mètres;

— Capacité d'extraction par cordée : 6 grands wagonnets de 1.650 dm³ ou 12 petits de 875 dm³ à raison de 29,3 traits à l'heure;

— Diamètre du câble d'extraction : 85 mm, donnant une sécurité de 8; cette sécurité pouvant être ramenée et maintenue à 7 en cas d'extraction à 1.450 mètres moyennant l'emploi éventuel d'acier à plus haute résistance pour les fils et d'aciers spéciaux pour les cages;

— Puissance du groupe moteur : 4.400 CV en marche normale et 5.500 CV au démarrage; vitesse maximum 18 m/sec.

— Maintien en service continu du puits de retour d'air, au-dessus duquel viendrait se monter le nouveau châssis à molettes.

Équipement électrique

La fourniture de l'équipement électrique fut confiée aux Ateliers de Constructions Electriques de Charleroi (A. C. E. C.).

Le moteur électrique à courant continu est alimenté par un groupe convertisseur Ward-Léonard; il commande une poulie Koepe de 9 mètres de diamètre sur laquelle passe le câble d'extraction.

L'ensemble de ce magnifique groupe mériterait pour lui seul une description détaillée; celle-ci ne rentrant pas dans le cadre de cette revue, nous nous contenterons de signaler en passant qu'il fut largement fait appel à l'emploi de la soudure à l'arc électrique pour l'assemblage des tôles et des plats d'acier laminé qui entrent dans la construction, tant de la carcasse du moteur que de celle de la poulie. Pour ce qui concerne le tableau des connexions, celui-ci est également tout en acier, constitué de cellules en tôle sur profils laminés, d'où les antiques panneaux de marbre sont bannis.



Châssis à molettes

Après une étude préalable de cette construction en vue d'en déterminer les dimensions générales les mieux appropriées aux données techniques du problème, ainsi qu'aux conditions et aux possibilités locales, il fut fait appel au concours de quelques firmes spécialisées, sur la base des renseignements suivants :

Profondeur d'extraction	1.250 mètres
Charge utile en pierres: $6 \times 2.800 =$	16.800 kg
Poids des wagonnets : $6 \times 1.050 =$	6.300 kg
Poids du câble : $1.250 \times 29,5 =$	36.800 kg
Poids de la cage avec attelages	11.000 kg
Charge totale	70.900 kg
Charge de rupture du câble	575.000 kg
Poids d'une molette	27.000 kg
Diamètre des molettes de renvoi	8 ^m 50
Diamètre de la poulie motrice Koepe	9 ^m 00
Distance de l'axe du puits au pied des poussards	35 ^m 00
Distance de l'axe du puits à l'axe de la poulie	50 ^m 00
Ecartement d'axe en axe des poussards	17 ^m 00
Hauteur de la molette inférieure	44 ^m 00
Hauteur de la molette supérieure	55 ^m 00
Hauteur du roulement du treuil de hissage	68 ^m 00
Paliers des molettes, type S. K. F.: diamètre et longueur des fusées, 525 mm et 400 mm;	
Cages de 6 étages, capable chacun de 1 grand wagonnet ou de 2 petits.	

L'étude contradictoire des différentes propositions que nous avons eues à examiner fixa le choix de la Direction sur le projet présenté par les Ateliers de Construction de Jambes, dirigés par l'Ingénieur H. Dumont. Ce projet est représenté sur le plan schématique de la figure 22.

Voici les principales caractéristiques de ce châssis à molettes :

Type du chevalement

L'ensemble formé par les deux poussards et le faux-carré peut être assimilé à un arc à trois rotules : la rotule de clef, constituée par une articulation effective (axes et paliers), est placée au sommet du faux-carré, c'est-à-dire dans le plan de l'axe du puits qu'il surplombe, tandis que les appuis de pied des poussards et du faux-carré, en l'absence d'encastremets préalables et grâce au grand élanement des pièces, peuvent également être considérés comme des pseudo-articulations. Le chevalement n'a donc pas les montants laté-

raux qu'on rencontre dans les quadripodes habituels à ce genre de construction.

Le faux-carré, charpente qui porte le prolongement aérien des guidonnages du puits, devient ici un élément portant d'un tripode; il est composé de quatre montants dont chacun est formé par deux poutres 400 PN. Il est entretoisé dans sa partie inférieure par les dispositifs de fixation des tôles portières formant le sas étanche du puits, tandis qu'au-dessus du sas les quatre faces du faux-carré sont contrentées par un treillis en croix de Saint-André. Ces montants, dont la disposition générale en carré encadre l'ossature circulaire du puits, reposent, suivant deux faces opposées, sur deux hautes poutres métalliques en caisson; ces poutres sont raidies au moyen d'un bourrage intérieur en béton armé. Elles sont d'autre part suffisamment prolongées pour pou-

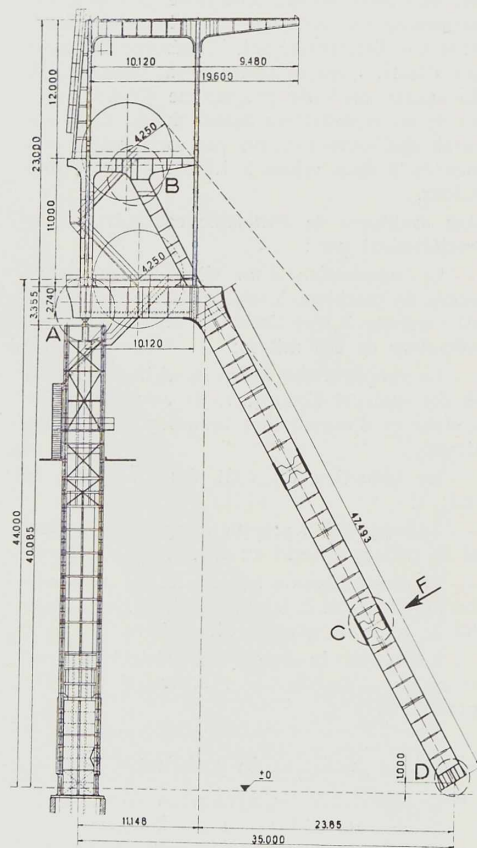


Fig. 22. Plan schématique du chevalement au puits Marie-José des charbonnages de Maurage.



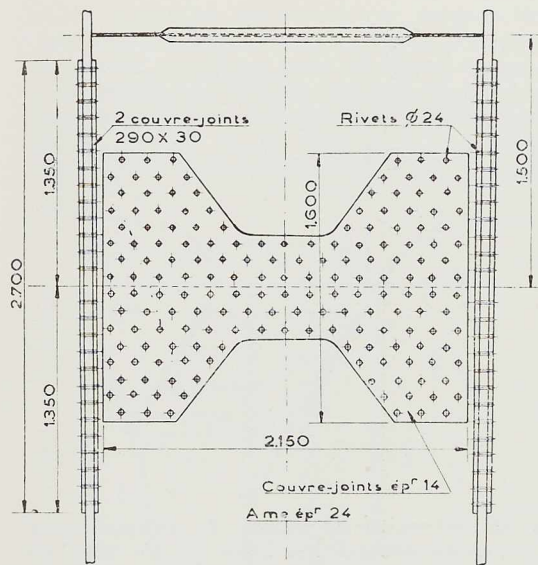


Fig. 23. Détail d'assemblage rivé. Détail C du plan de la figure 22.

voir reporter les charges sur des fondations indépendantes en dehors des maçonneries existantes. Ces fondations, constituées par quatre faux-puits, exécutés en blocaille de béton bien damé, ont été poussées, après une étude géotechnique détaillée du terrain, jusqu'à environ 20 mètres de profondeur dans un sol ferme et non remué. Les appuis des poutres sont en plus munis d'épaulements et d'assises pour vérins dans le but de permettre éventuellement des corrections de réglage, soit en cours de montage, soit ultérieurement en cours d'exploitation. Chaque poussard est constitué de deux parties, dont l'une, le poussard proprement dit, est inclinée à 60° sur l'horizontale, tandis que l'autre, qui la prolonge, est coudée suivant l'horizontale par dessus le faux carré. Ces deux assemblages (détail C fig. 23) sont réalisés au moyen de plaques couvre-joints extérieurs et intérieurs pour les semelles de la poutre et au moyen de goussets couvre-joints pour l'âme; à remarquer la forme particulière donnée à ces goussets dans le but de mieux reprendre les tensions de flexion, la transmission de l'effort normal de compression étant largement assurée par le contact direct des abouts bien dressés des éléments maîtres. Chacun de ces jambages obliques a 46^m50 de longueur et est composé de 3 tronçons à assembler sur place.

Les jambages sont en plus contreventés entre eux par un système triangulé dont chaque pièce est calculée pour supporter des efforts éventuels

de compression transversale; le panneau supérieur de ce contreventement a été conçu de façon à permettre le passage des molettes lors de leur levage. La figure 25 donne le détail de l'assemblage de ce contreventement sur les poussards. On remarquera que les barres horizontales contribuent également par l'encastrement de leurs liaisons terminales à raidir les poussards contre tout voilement d'ensemble et contre tout mouvement éventuel de torsion vibratoire.

La figure 24 montre l'organisation du pied du poussard: large semelle de $2.700 \times 1.000 \times 35$ mm, solidarisée avec la poutre au moyen de nombreux raidisseurs soudés et hauts de 1.165 mm. Comme dit antérieurement, cette assise ne peut pas être considérée comme un encastrement de calcul, les courbures de flexion survenant naturellement à la pose pouvant se développer librement avant tout contact d'appui direct du poussard sur le massif, et les boulons de serrage n'intervenant qu'après le réglage de l'interposition des fourrures de calage entre la semelle du pied encore suspendu dans les engins de montage et le béton du socle de fondation. La molette inférieure est supportée par un châssis accroché entre les deux coudes; ce châssis est formé par deux poutres à âme pleine, parallèles aux coudes et posées elles-

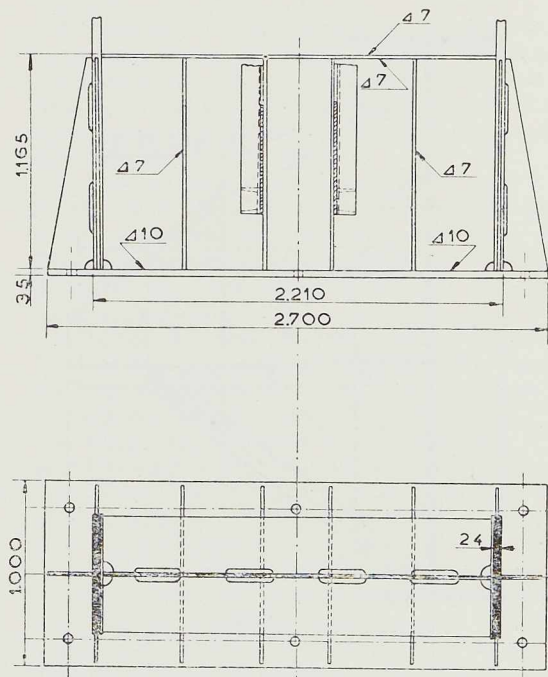
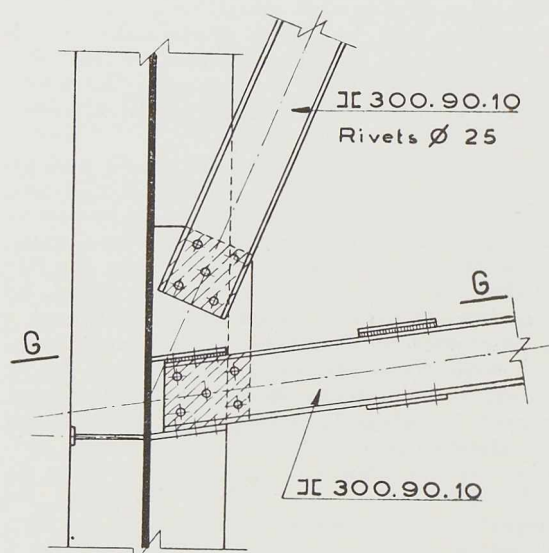


Fig. 24. Détail du pied du poussard. Détail D du plan de la fig. 22.

mêmes, à l'écartement des paliers de la molette, sur deux autres poutres transversales également à âme pleine, servant d'entretoises entre lesdites



Coupe GG

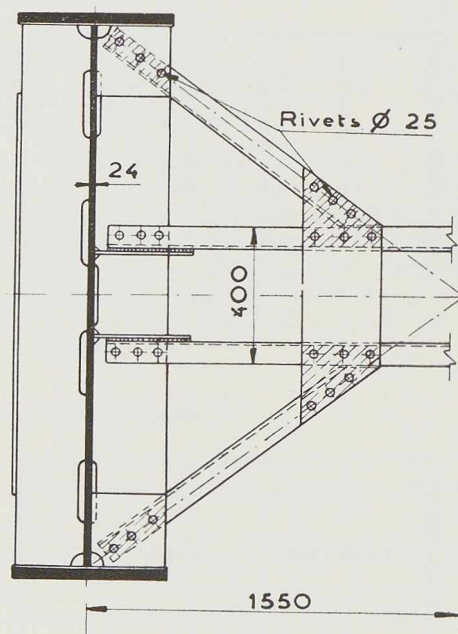


Fig. 25. Vue suivant la flèche F du plan de la figure 22, du détail d'assemblage, du contreventement sur les poussards.

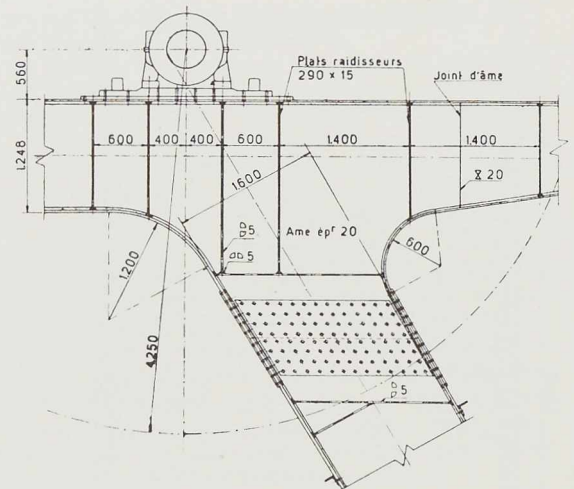


Fig. 26. Dispositif de liaison du support avec le poussard secondaire. Détail B du plan de la figure 22.

parties horizontales des poussards. Ce châssis de support apparaît en pointillé sur la figure 27 reproduisant le détail A du plan d'ensemble. Elle montre également la disposition d'un des deux axes partiels qui constituent la rotule de clef, laquelle relie l'extrémité des coudes au sommet de l'axe du faux-carré. Les deux coquilles supérieure et inférieure qui enserrant l'axe de l'articulation sont elles-mêmes encagées par des anneaux de sécurité pour prévenir tout risque ou tendance de débâtement dont on voudrait envisager l'éventualité à l'occasion d'un accident brutal : montée de la cage à molettes ou rupture du câble. La molette supérieure est supportée par deux portiques obliques posés sur les coudes des poussards au niveau de la molette inférieure. La figure 26 montre la disposition de ce support ainsi que sa liaison, par un assemblage boulonné, au poussard secondaire. Ce même mode d'assemblage a été appliqué à la rencontre des poussards principaux et de leur coude. Le chevalement s'achève par 4 colonnes supportant le chemin de roulement du treuil de levage utilisé pour la mise en place ou le remplacement éventuel des molettes.

Profil des poussards

Les parties inclinées des poussards sont composées d'une âme de 24 mm d'épaisseur dont la hauteur varie de 2.400 mm au pied à 2.700 mm aux coudes, et de deux semelles nervurées de 650 mm de largeur et de 55 mm d'épaisseur, soudées sur l'âme.



Les 4 poutres du châssis de support de la molette inférieure, ainsi que les deux portiques de la molette supérieure, sont également composées d'âmes pleines soudées sur des semelles nervurées. Les âmes sont raidies par des plats raidisseurs de 290 mm sur 15 mm d'épaisseur, le bord libre de ces plats étant raidi lui-même par un plat de

80×12 mm sur les deux tiers médians de la hauteur.

Qualité des aciers

Les poussards (âmes et plats), les portiques supérieurs ainsi que les poutres porte-molettes sont exécutés en acier Siemens-Martin 40/47 kg/mm² dont la composition est la suivante : C : 0,15 à 0,18 % max.; Mn : 1,10 % max.; P : 0,05 % max.; Si : 0,06 % max.; S : 0,05 % max.

Les autres parties de la charpente sont réalisées en acier Thomas doux ordinaire.

Conditions de réception pour les aciers Siemens-Martin, prescrites par le cahier des charges

1. Analyse chimique répondant aux conditions ci-dessus.
2. Essai macrographique.
3. Limite d'élasticité apparente : 24 kg/mm² au moins.
4. Résistance à la rupture : 37 à 48 kg/mm².
5. Coefficient de qualité : $R + 2,5 A \geq 105$ (A représente l'allongement en % au moment de la rupture).
6. Essai au choc sur barreau entaillé sur l'acier au naturel; cet essai se fait sur éprouvettes prélevées dans le sens du laminage; la moyenne de trois essais doit être au moins égale à 12 kgm/cm², étant entendu qu'aucun des trois résultats ne peut être inférieur à 8 kgm/cm².
7. Essai au choc sur barreau entaillé sur l'acier à l'état vieilli; les éprouvettes sont prélevées dans le sens du laminage; la moyenne de 3 essais doit être au moins égale à 6 kgm/cm², étant entendu qu'aucun des trois résultats ne peut être inférieur à 4 kgm/cm².
8. Pliage à l'état naturel (sans chauffe, ni trempe) sur un mandrin d'un diamètre égal à une fois l'épaisseur de l'éprouvette; l'éprouvette est prélevée suivant le sens du laminage.
9. Pliage après trempe sur un mandrin d'un diamètre égal à deux fois l'épaisseur de l'éprouvette, celle-ci étant toujours prise suivant le sens du laminage.
10. Essai de texture.

Les aciers Siemens-Martin ont été fournis par la Société Commerciale d'Ougrée, laquelle a apporté tous les soins nécessaires pour répondre aux prescriptions du cahier des charges. Nous avons pu procéder à tous les essais de réception dans ses propres laboratoires, grâce aux machines modernes dont ils disposent.

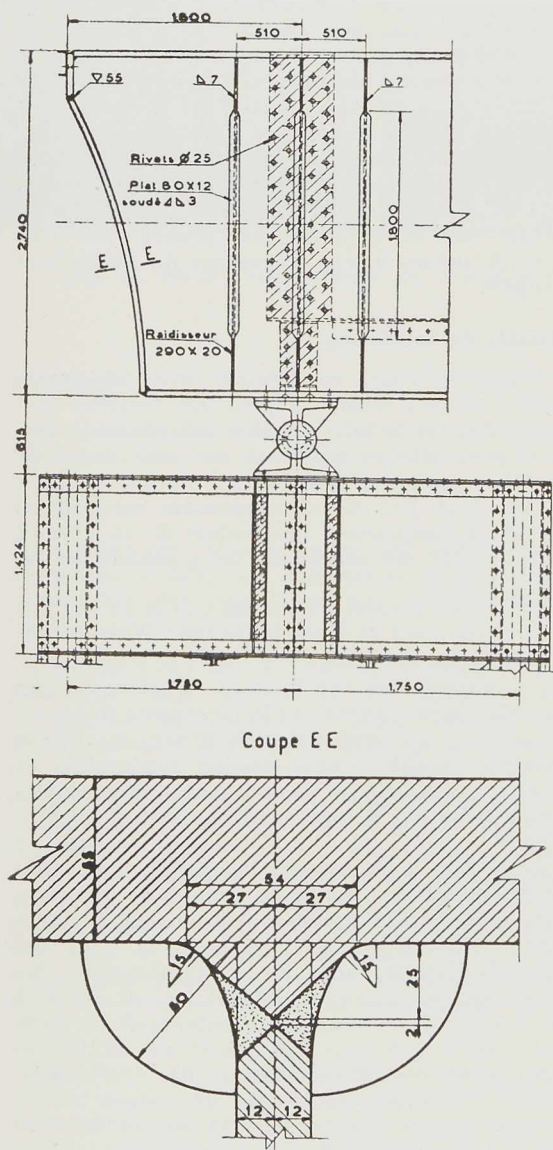


Fig. 27. Détail de la rotule de clef reliant l'extrémité des coudes au sommet de l'axe du faux-carré. Détail A du plan de la figure 22.

Prescriptions relatives à la construction soudée en acier

La soudure à l'arc électrique a été la seule autorisée.

Métal d'apport.

Les diamètres admis pour les fils d'électrodes furent : 3,25 mm, 4 mm et 6 mm. La limite d'élasticité ne pouvait être inférieure à 26 kg/mm², ni supérieure à 36 kg/mm².

La charge de rupture ne pouvait être inférieure à 42 kg/mm², ni supérieure à 50 kg/mm². L'allongement à la rupture, mesuré sur une longueur entre repères de 7,236 diamètre, ne pouvait être inférieur à 22 %.

Analyse chimique. — L'analyse chimique a donné les résultats suivants : C supérieur à 0,12 %; S supérieur à 0,04 %; P supérieur à 0,04 %; Si supérieur à 0,06 %.

Les autres essais prescrits par le cahier des charges sont :

1° Essai au choc sur barreau entaillé;

2° Essai de traction sur éprouvette plate, essais de pliage au naturel et après trempé;

3° Essai de pénétration et essai de dureté.

Afin d'obtenir les meilleurs résultats possibles au point de vue de la soudure par une bonne adaptation de la qualité du métal d'apport à celle du métal de base, un concours fut organisé entre les différents fournisseurs d'électrodes. Les échantillons furent systématiquement essayés en nos laboratoires : la société Philips fut chargée de la fourniture.

Les soudures exécutées à l'atelier ont été radiographiées par l'Association des Industriels de Belgique. Cette auscultation s'est avérée d'autant plus aisée et certaine que les plages soudées étaient généralement bien dégagées grâce au type de construction sans treillis. Ce contrôle n'a conduit à aucun rebut ni même à aucune retouche, confirmant ainsi le soin apporté à ce travail délicat par des ouvriers d'élite.

Assemblages. — Le cahier des charges dit à propos des assemblages :

Les assemblages soudés seront réalisés entièrement à l'atelier.

Les assemblages rivés à exécuter à terre sur le chantier se feront au moyen de rivets chauffés à la forge, et chassés dans des trous forés à l'atelier à travers les épaisseurs superposées.

Les assemblages boulonnés à exécuter en l'air seront réalisés au moyen de boulons tournés chassés au marteau dans des trous forés et alésés. Les

écrous devront être spécialement bloqués après serrage.

Conditions de stabilité

a) *En service normal.* — En aucun endroit, les sollicitations dans le métal ou les assemblages ne pourront dépasser 5 kg/mm², vent non compris. De plus, le raccourcissement élastique des poussards et des montants du faux-carré ne pourra dépasser 1,5 mm pour aucun d'eux, dans le but de prévenir les vibrations;

b) *Glissement du câble.* — La valeur des sollicitations dues au poids mort et au glissement du câble, ne pourra dépasser 14 kg/mm², vent compris, le glissement étant supposé se produire sous un effort égal à 5 fois l'effort normal maximum;

c) *Rupture du câble.* — La limite élastique du métal, soit 24 kg/mm², ne pourra pas être atteinte, même en cas de rupture du câble, vent compris.

Massifs de fondation

Voici d'ailleurs, en relation avec les conditions énoncées ci-devant pour les tensions permises dans le métal, la valeur des réactions prévues pour chaque poussard sur son massif de fondation.

Désignant par V la composante verticale et par H la composante horizontale de sa poussée vers la salle des machines, on a calculé en cas de :

a) Service normal : V = 230 t et H = 110 t;

b) Glissement du câble : V = 410 t et H = 210 t;

c) Rupture du câble : V = 540 t et H = 300 t.

Ces importantes réactions se reportent sur les massifs, entre lesquels, vu la divergence des poussards, il a été aménagé une poutre de liaison enterrée capable d'une traction horizontale de 35 t; il y avait lieu d'assurer particulièrement la stabilité des dés d'appui au tassement et au glissement.

Le terrain a été exploré *in situ* dans un trou de reconnaissance blindé de 1 mètre de diamètre, jusque environ 12 mètres sous la surface. De nombreux échantillons ont été prélevés dans des couches diverses; nous les avons soumis à des essais systématiques de laboratoire, de façon à déterminer leur tassement instantané et séculaire ainsi que leur coefficient de frottement interne. La cote d'implantation des dés, compte tenu de la superposition de la nature et de l'épaisseur des couches, a été descendue dans une épaisseur ferme et non remuée, tandis qu'une herse de bouts de rails de 1^m20, chassés à mi-longueur dans le sol de la fosse, augmentait encore l'accrochage du béton dans le terrain.



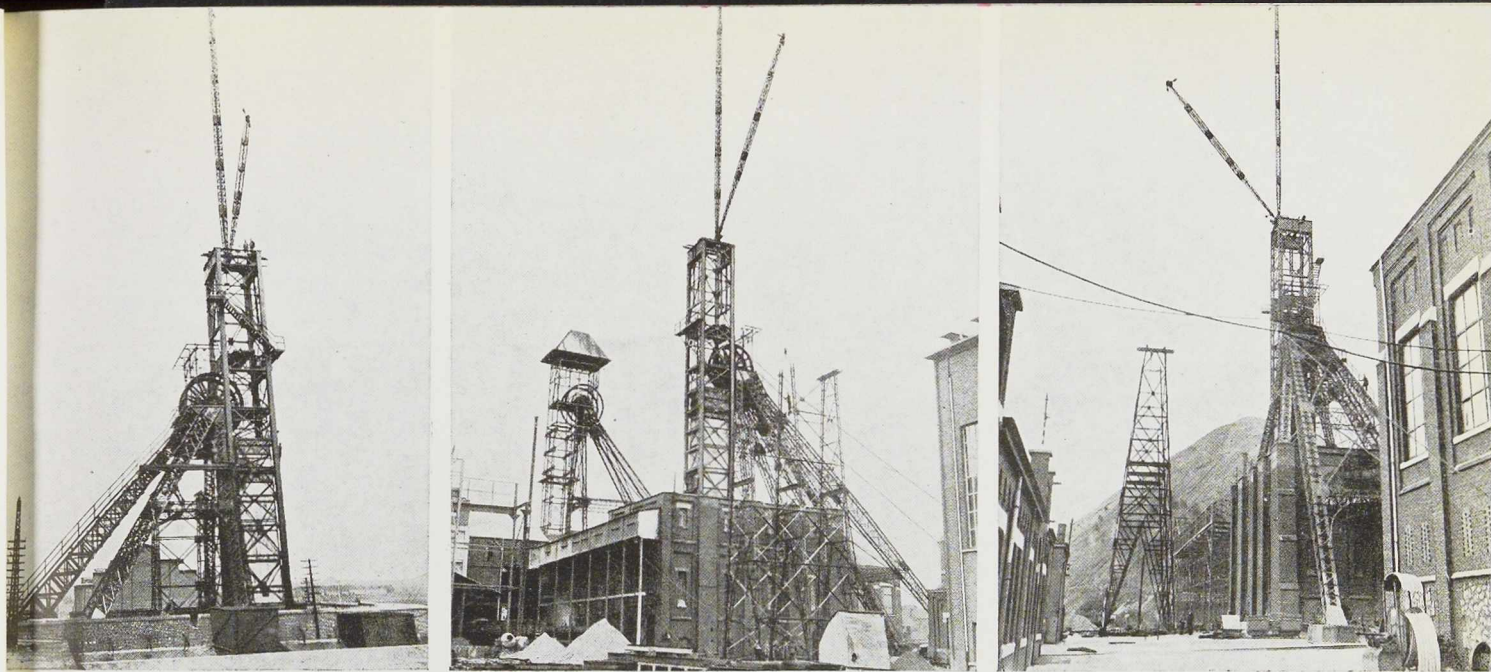


Fig. 28, 29, 30. Trois stades de montage du faux-carré du nouveau chevalement de mine.

Montage

Si la conception, l'étude et la construction des châssis à molettes constituaient déjà des problèmes importants, le montage proprement dit en soulevait un autre.

L'examen des photographies qui suivent permettra de se faire une idée exacte de la nature particulière des opérations qui caractérisèrent l'érection du chevalement.

Fig. 28. — On y voit la charpente du faux-carré déjà arrivée à sa hauteur de 40 mètres et surmontée d'un derrick de 30 mètres muni d'un mât flottant de 20 mètres. On reconnaît à l'intérieur de la nouvelle charpente l'ancien faux-carré avec son blindage d'étanchéité (puits de retour d'air). Une face longe le chevalement maintenu en service; celui-ci comporte, outre ses deux montants latéraux, quatre poussards, les deux poussards courts intermédiaires, appuyés sur la crête des murs, ayant dû, à la suite de tassements persistants des maçonneries, être remplacés par des poussards longs butés directement au sol sur des massifs extérieurs.

Fig. 29. — On se rend aisément compte des difficultés préalables qu'il a fallu écarter pour permettre le passage de la nouvelle construction à travers la toiture et autour de l'ancien faux-carré dont les services d'accès restaient maintenus pour l'extraction. L'aspect des superstructures du second puits permet d'apprécier l'état des lieux pré-

existant au puits en transformation. Les deux molettes, à câble individuel, sont ici alignées au même niveau et sur le même axe horizontal; elles sont écartées entre elles, dans des plans parallèles, de l'interdistance des suspensions des deux cages. Le nouveau chevalement étant prévu pour une poulie Koepe à câble unique, les deux brins ne peuvent retrouver les mêmes points de suspension des cages qu'en passant sur des molettes situées dans le même plan vertical, mais décalées en hauteur d'au moins un diamètre de poulie, et en largeur de l'interdistance des cages. Il en résultait la nécessité d'orienter le nouveau chevalement à angle droit par rapport à l'ancien, et la possibilité de construire la nouvelle salle des machines en dehors de l'emplacement occupé par l'ancienne.

Fig. 30. — Ce cliché montre clairement cette disposition de l'ancien chevalement, au-dessus duquel émerge le nouveau faux-carré. Le mât de montage surplombe l'aire d'érection d'une tour en treillis; celle-ci est orientée vers la nouvelle salle et est centrée sur la position qu'occupera la tête des poussards dont elle doit assurer le hissage. Cet échafaudage-tour est constitué de trois ossatures planes principales fondées sur le sol nu, et convenablement reliées et contreventées entre elles. Les contreventements des deux compartiments, ainsi constitués entre les trois ossatures, sont amovibles sur deux faces de façon à permettre le passage des poussards pendant leur levage.

Fig. 31. — La tour ayant été conduite à 48 mè-

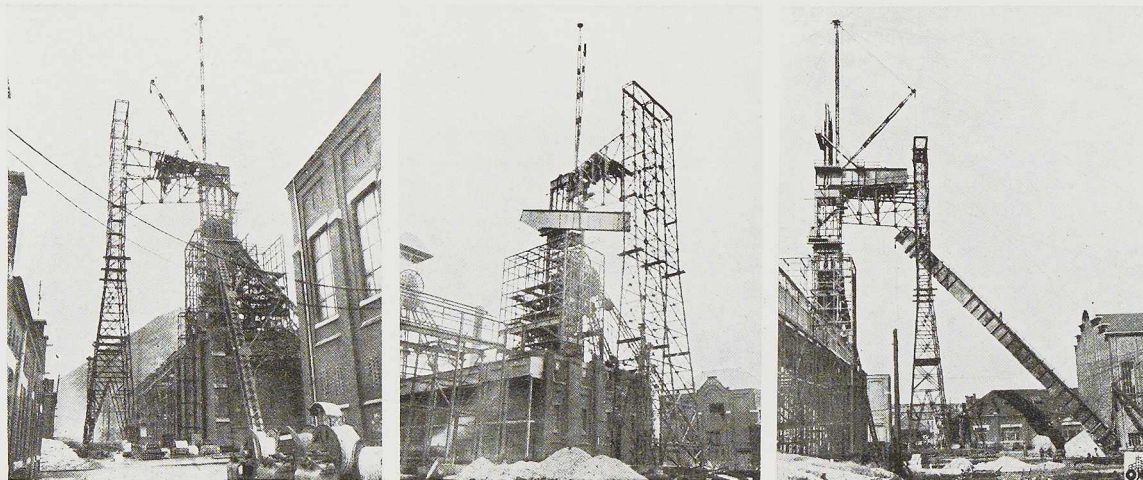


Fig. 31, 32, 33. Différents stades de montage. La première vue montre la tour conduite à une hauteur de 48 mètres. Les deux autres montrent le levage d'un des coudes au moyen d'un derrick et l'amenée du pied du poussard à côté du massif de gauche.

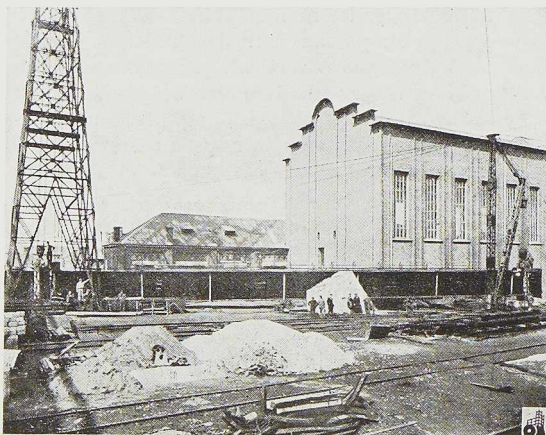


Fig. 34. Chevalement des charbonnages de Maurage. A gauche, le pied de la tour de montage; à droite, la nouvelle salle des machines.

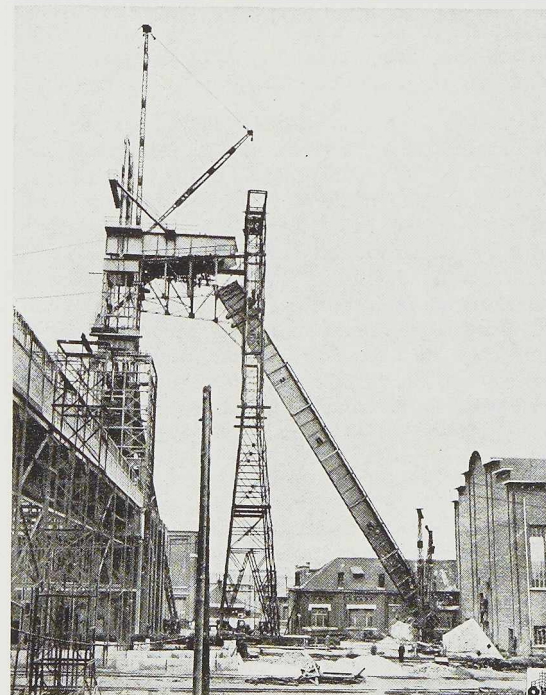


Fig. 35. Vue du chevalement montrant le pied du poussard ripé contre son massif et la tête prête à être présentée devant le coude.



tres de hauteur, elle a été reliée au faux-carré par une structure horizontale devant servir de passerelle de montage et d'attente pour les deux coudes des poussards, et le châssis de liaison qui portera la molette inférieure.

Fig. 32. — On assiste ici au levage d'un des coudes au moyen du derrick, tandis que se poursuit, autour du faux-carré, le montage de la charpente du bâtiment d'encagement du personnel et qui desservira les six étages de la recette. Cette charpente est constructivement indépendante du faux-carré; des joints élastiques les relieront ultérieurement, mais uniquement pour assurer l'étanchéité du sas d'air.

A l'arrière-plan, la salle des machines actuelle, avec dans son mur les découpures caractéristiques balayées par le passage des deux brins de câble pendant leur enroulement en haut et bas chif sur un tambour cydrindro-conique.

Fig. 34. — A gauche, le pied de la tour de montage; à droite, la nouvelle salle des machines, avec ses œils-de-bœuf, haut et bas dont deux seulement utilisés pour le passage fixe des brins superposés du câble unique Koepe; au milieu, la tâche blanche d'un dé d'appui; sur toute la longueur, la bande noire du poussard complet de droite, prêt au hissage. Après une étude comparée de diverses hypothèses de montage, on avait en effet décidé d'exécuter au sol les deux assemblages rivés des trois tronçons constitutifs d'un poussard. Le seul espace disponible à cet effet sur le terrain consistait en une étroite bande partant du pied du compartiment de droite de la tour, et passant entre le massif gauche et l'angle gauche de la salle des machines.

On remarque en tête du poussard deux carcans solidement ancrés sur la poutre, dont l'un est de réserve pour une manœuvre d'attente et dont l'autre est attelé à un mouflage de 50 t à 12 brins, lesquels remontent au mouflage correspondant au sommet de la tour. La corde tirante est actionnée par un treuil électrique de 5 t installé au sol.

Au pied du poussard existe un carcan analogue attelé de la même manière à un mât de levage; celui-ci devra permettre, pendant le hissage de la tête, de faciliter l'avance du pied sur un dispositif de rouleaux entre plaques de cheminement.

Remarquons que l'ensemble du poussard ainsi équipé de ses agrès de levage de son échelle et d'une poutre raidisseuse dorsale, pesait environ 75 t.

Signalons en passant que nous avons contrôlé la traction effective dans le câble de hissage devant le treuil, par l'intercalation d'une éprouvette cylindrique de 1 mètre, dont on a mesuré les

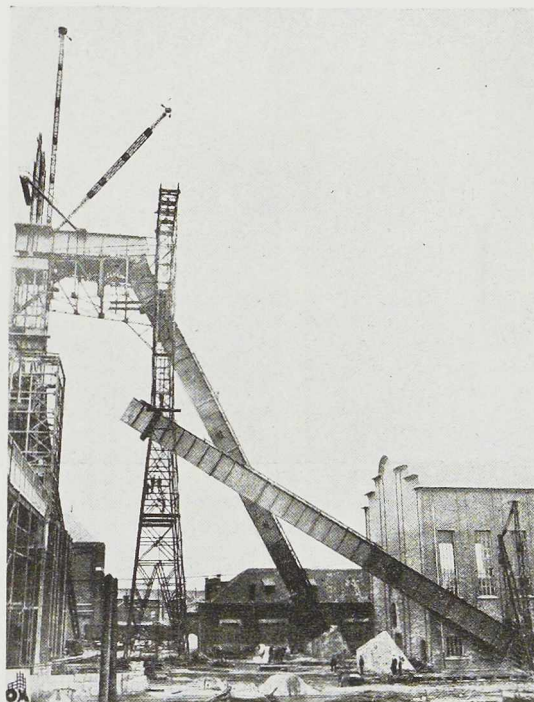
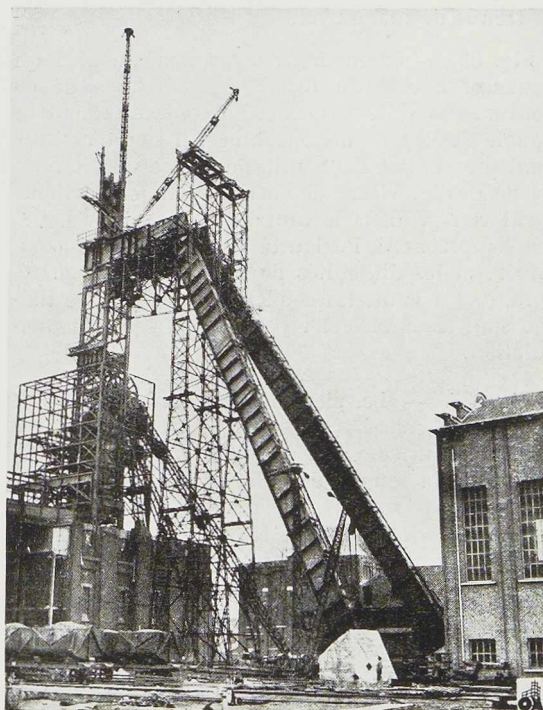


Fig. 36 et 37. Mise en place du poussard de gauche.



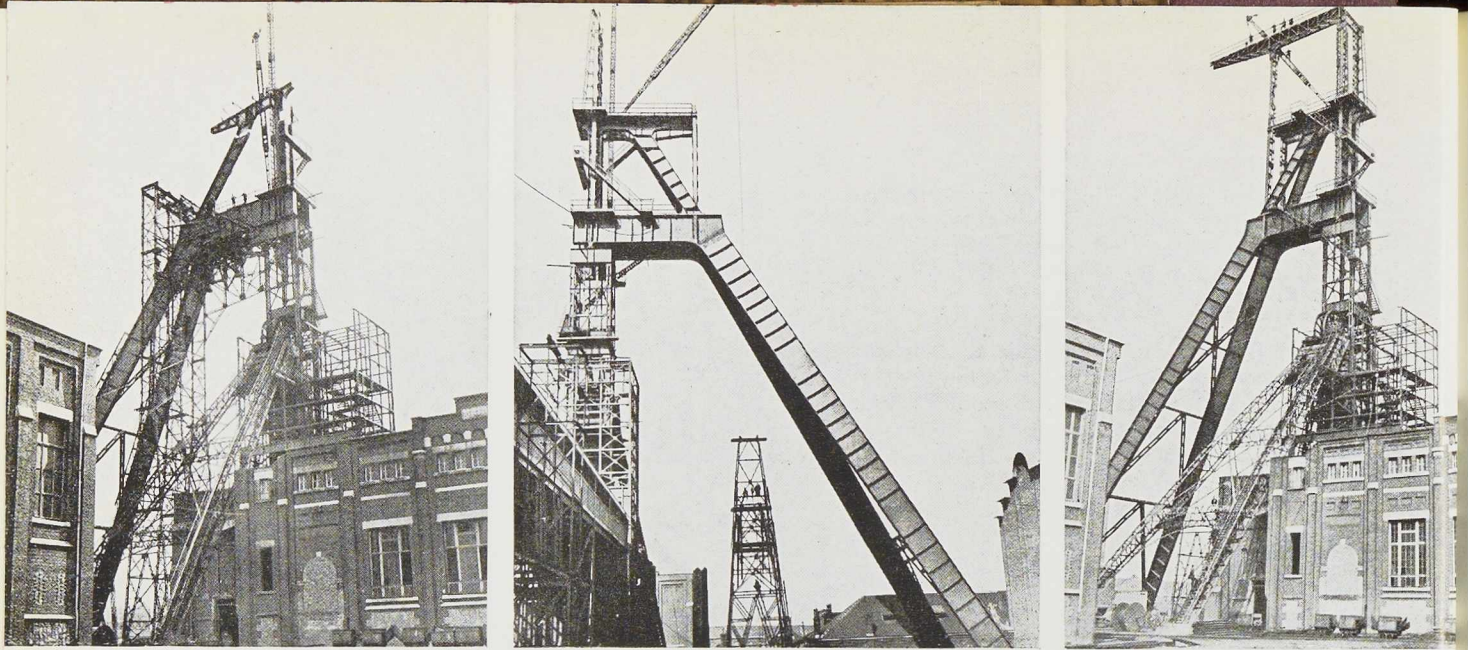


Fig. 38, 39 et 40. — Vues montrant l'achèvement du travail par le montage des contreventements entre poussards et le démontage de leurs poutres raidisseuses.

allongements élastiques; la conclusion, c'est qu'il est dangereux, dans un mouflage aussi important, de tabler sur un rendement par poulie de renvoi supérieur à 0,90.

Ajoutons à ce propos que l'équipement de ce chantier a demandé plus de 4.000 mètres de câbles de levage et de haubans, ainsi que quelque 36 treuils de manœuvre.

Fig. 33. — La manœuvre a amené le pied du poussard à côté du massif de gauche situé en bordure des voies ferrées et au contournement de l'angle de la salle des machines; il s'agit maintenant d'organiser le chemin de ripage vers le massif de droite, visible à l'arrière-plan et partiellement engagé dans le mur de la lampisterie. Ces détails précisent l'exiguité des lieux, leur complexité et les difficultés de manœuvre qui en résultent. En haut, les coudes et le châssis de liaison sont assemblés et reposent déjà sur leur articulation.

Fig. 35. — Le pied du poussard a été ripé contre son massif; en haut, la tête est prête à être présentée devant le coude. Les contreventements de la tour, enlevés et remis à mesure du hissage sont tous en place dans la région occupée par la tête du poussard, région qu'on a consolidée par quelques barres secondaires.

Fig. 36. — Le poussard de droite a été hissé sur son massif et assemblé sur son coude; la tête reste cependant suspendue dans un mouflage d'attente accroché par le carcan de réserve signalé ci-

avant, le premier ayant dès lors pu être enlevé pour être repassé au second poussard avec tous ses agrès.

Ce poussard de gauche a été assemblé au même endroit, la tête engagée dans le compartiment de gauche de la tour de montage; sa mise en place suit le même processus.

Fig. 37. — Le deuxième poussard est en place et les deux mouflages de tête sont retirés; l'arc porte par lui-même.

Signalons ici une particularité : les poussards ont été hissés avec l'âme maintenue dans le plan vertical; seulement la conception de l'ensemble de la bigue prévoyait le maintien dans un même plan des semelles respectivement supérieures et inférieures des poussards. Il s'ensuit qu'il fallait, au moment de la présentation devant les coudes, faire subir aux dites poutres une certaine rotation, vers l'intérieur, autour de leur axe longitudinal.

On conçoit aisément que de ce fait l'angle de coupure du joint des coudes d'une part, et l'orientation des surfaces d'appui des dés d'autre part, demandaient une précision d'exécution rigoureuse. La concordance s'est vérifiée parfaite.

Fig. 38 à 40. — Ces clichés montrent l'achèvement du travail par le montage des contreventements entre poussards, le démontage de leurs poutres raidisseuses, la descente de la tour, l'érection des portiques supérieurs, l'installation des superstructures et enfin, par l'établissement du chemin de roulement, d'où un treuil hissera et



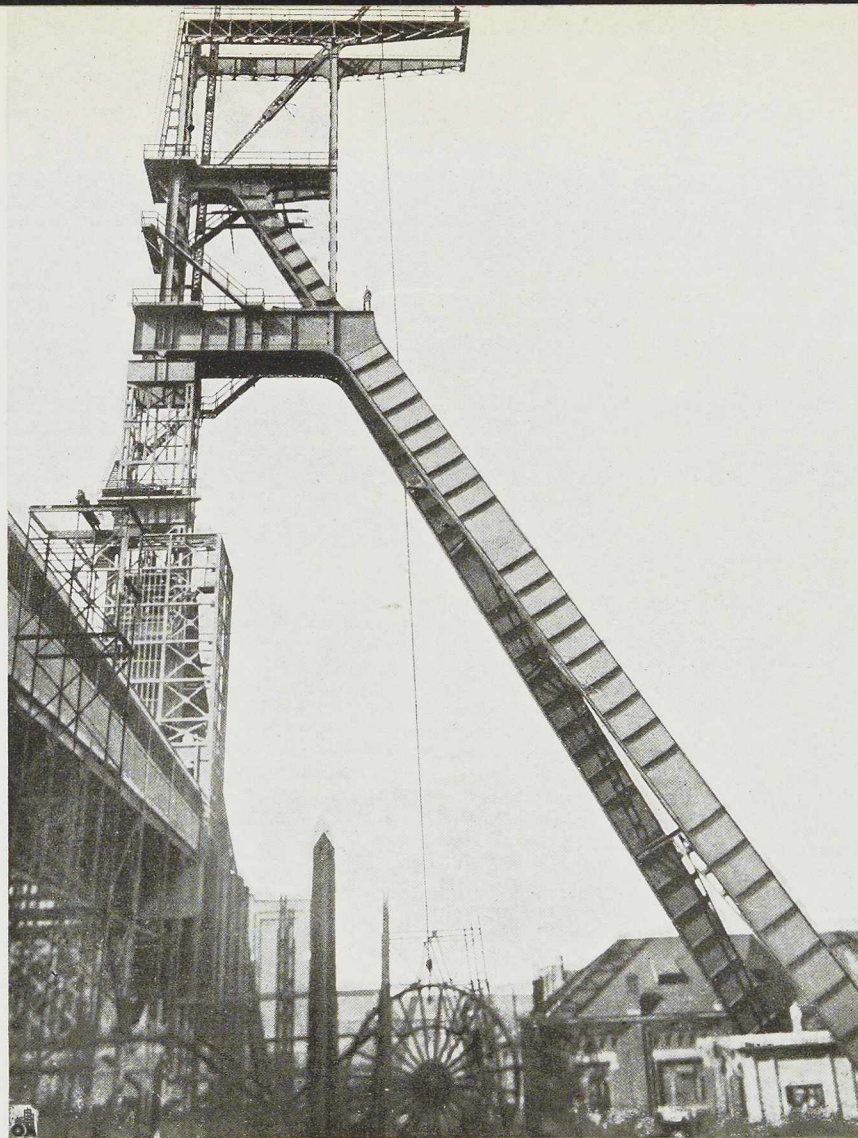


Fig. 41. Le chevalement est terminé, on attend la mise en place des molettes.

mettra en place les éléments auxquels toute cette construction ne sert que de support : les molettes.

Celles-ci ont 8^m50 de diamètre et comportent une jante à gorge, constituée d'éléments en acier coulé assemblés sur un système de rayons boulonnés; le desserrage des écrous est rendu impossible par un matage axial des tiges.

L'ensemble de chaque molette a été tourné d'une pièce de façon à obtenir une circonférence parfaite; l'expédition a cependant dû se faire par moitiés distinctes. Le hissage des molettes s'opérera, axe et paliers compris, ce qui explique l'écartement élargi des pieds du portique supérieur. Ces molettes ont été construites par les Forges de Gilly.

Fig. 41. — Vue de l'ensemble du châssis, avec ses deux molettes prêtes à être hissées.

Qu'il nous soit permis, en terminant cette description d'ensemble, de comprendre dans un même hommage, la Direction des Ateliers de Jambes, l'ingénieur calculateur Zakanevitch (A. I. Lg.), les dessinateurs, traceurs, soudeurs, riveurs et monteurs, qui tous apportèrent leur concours à l'élaboration et à l'achèvement d'une œuvre que nous croyons remarquable, œuvre que les Charbonnages de Maurage n'hésitèrent pas à mettre en chantier à une époque cependant bien difficile.

J.-F. v. d. H.



Nouvelles tendances dans la construction du matériel roulant en Belgique

par **J. Lourtie**,

Directeur du Groupe « Matériel de Chemin de Fer et Tramways »
à la Fédération des Industries des Fabrications Métalliques

Historique et considérations générales

L'économie belge, depuis le début du XIX^e siècle, a été étroitement liée à l'évolution de la machine à vapeur. Pendant tout le XIX^e siècle et jusqu'à la première guerre mondiale, c'est-à-dire pendant l'âge de la vapeur, le développement économique de la Belgique est souligné par les chiffres suivants :

Année	Nombre de machines à vapeur	Puissance en CV
1830	350	11.300
1850	2.250	54.300
1875	12.240	510.000
1900	17.663	903.340
1913	28.297	3.112.770

Dès 1830, la Belgique est le pays le plus industrialisé d'Europe. Elle le montre en inaugurant, cinq ans plus tard, la première ligne de chemins de fer du continent, Bruxelles-Malines.

Etant, au même titre, pays de transit et pays transformateur, la Belgique attache une importance capitale aux fonctions que doivent remplir les moyens de transport dans son économie générale et en particulier le transport par rail. Son réseau ferroviaire est le plus dense du monde et son industrie du matériel roulant, en raison de la qualité de sa production, est fréquemment sollicitée par les pays étrangers.

Les découvertes de nos techniciens en matière de matériel de chemins de fer furent retentissantes et révolutionnèrent souvent la construction et notamment celle des locomotives.

Parmi les noms de ces techniciens, nous pouvons épingler :

Egide Walschaerts, qui inventa en 1844 la coulisse qui a rendu si aisé le renversement du sens de marche de la locomotive et a permis de faire varier à volonté la durée d'admission de la vapeur aux cylindres pendant la marche même de la machine. La coulisse Walschaerts est encore de nos jours appliquée dans le monde entier et a remplacé avantageusement la coulisse Stephenson.

Belpaire, qui, en 1860, créa un foyer permettant d'utiliser des charbons menus, maigres et demi-gras.

Flamme, qui intervint dans la mise au point de la surchauffe des locomotives, dont la machine « type Flamme » fit sensation à l'exposition de Bruxelles 1910.

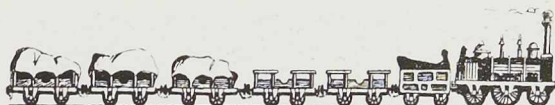
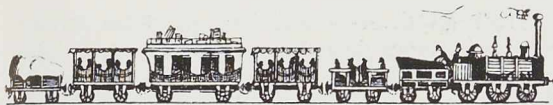
C'est la Belgique qui, en 1872, fut la première sur le continent à appliquer le frein à air comprimé pour les trains de voyageurs.

Dans la suite, elle fit l'application des freins continus automatiques aux trains de marchandises et ce fut un des faits les plus marquants de l'histoire de l'exploitation du transport.

Ce problème était, à la fois, d'ordre technique et d'ordre international. Il a été résolu d'une façon exemplaire sur le réseau belge en 1930 et a fourni l'occasion d'appliquer en grand, sur environ 100.000 véhicules, le travail de série organisé à la chaîne.

En effet, le montage dut se réaliser en l'espace de quelques mois et les résultats obtenus, du point de vue de l'organisation du travail montrèrent aux plus sceptiques la valeur et le rende-





ment du travail en série, appliqué à la construction du matériel roulant.

Depuis lors, tous les projets de la Société Nationale des Chemins de Fer Belges (S. N. C. B.) ont toujours été inspirés par l'obligation de favoriser la standardisation du matériel et la construction en grande série.

Nouvelles prescriptions et spécifications techniques

La pause que l'industrie belge du matériel roulant s'est imposée durant les années d'occupation, a été consacrée à la révision des Spécifications Techniques de la S. N. C. B. et à la mise au point de nouveaux problèmes de normalisation.

A cet effet, il a été fait appel à la Commission Technique du Matériel Roulant et à la Commission Mixte des Aciers. Cette dernière comprend des délégués de la sidérurgie, de l'industrie des constructions métalliques et des grandes administrations. Les prescriptions établies pour les aciers de construction métallique et mécanique furent reprises dans les nouvelles spécifications techniques de la S. N. C. B.

Parmi les quelque 30 nouvelles spécifications techniques, soulignons celles relatives aux :

— Aciers de forge :

Cette spécification technique est valable pour les blooms, billettes, largets, ronds, carrés, polygones, plats en acier des classes B 37, C 15, C 20, C 40, Mn 315, NiCr 322, NiCrMo 425 (1).

— Barres laminées et profilés :

Valable pour les barres laminées rondes de diamètre supérieur à 4,75 mm, les barres laminées de côté supérieur à 4,75 mm, les fers plats à angles vifs, à champs arrondis de 8 à 150 mm de large et de 3 à 16 mm d'épaisseur, les profilés L T I U Z pour des épaisseurs comprises entre 3 et 16 mm et ce pour les aciers des classes A 00, A 37, A 37 SC, A 52 HS, H 56 HS.

— Tôles d'acier pour matériel roulant :

Valable pour les tôles d'usage général, tôles pour emboutissage, tôles de garniture de voitures, tôles de chaudières, tôles pour châssis de locomotives, et ce, pour les mêmes classes d'acier que la spécification technique ci-dessus.

— Aciers en barres pour ressorts :

(1) Voir la note (1) de la page 40 du présent numéro au sujet de la dénomination des aciers.

Valable pour les ressorts en acier silico-manganéux, trempant à l'eau.

Au point de vue « normalisation », mentionnons une application très particulière, qui a été réalisée en Belgique grâce à la collaboration des bureaux d'études de la S. N. C. B. et des constructeurs.

Toutes les pièces entrant dans la construction des voitures, wagons, fourgons, locomotives, ont été examinées au point de vue des tolérances et du fini de surface.

L'une et l'autre ont été arrêtées en fonction de l'utilisation des pièces, de leur usinage et de la facilité avec laquelle elles peuvent être contrôlées.

Il résulte de ce travail important que dorénavant les plans des pièces du matériel roulant n'indiqueront plus ni les tolérances ni le fini de surface qui sont devenus des constantes, comme le sont les cotes nominales d'un simple boulon standardisé.

Voitures métalliques

La construction des voitures métalliques, à partir de 1930, fut une nouvelle occasion d'apporter sur le réseau de substantielles améliorations et de donner aux constructeurs les moyens de développer encore leurs connaissances et leurs méthodes de travail.

Les voitures métalliques du réseau de la S. N. C. B. sont luxueuses, confortables et bien équipées. Elles présentent sur l'ancien matériel des avantages évidents, dont il serait trop long d'aborder tous les aspects.

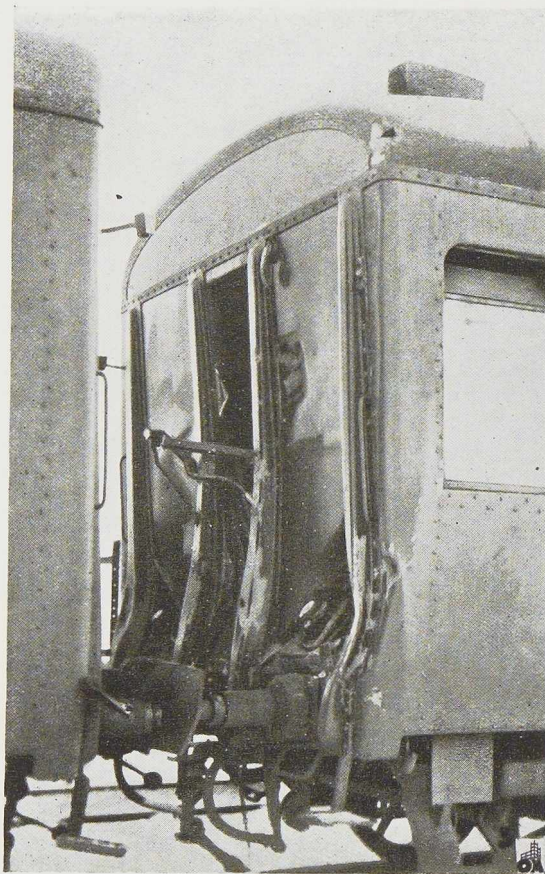
Toutefois, qu'il nous soit permis de dire quelques mots de certains de ceux-ci.

Sécurité

Sous l'impulsion éclairée des dirigeants de la Société Nationale des Chemins de Fer Belges (S. N. C. B.), les constructeurs créèrent en commun, en vue de la construction des voitures métalliques, un Bureau d'Etudes où furent conçus et élaborés les plans du nouveau matériel.

La collaboration entre les constructeurs et l'exploitant s'est avérée des plus heureuse et la coordination des efforts a permis de faire la mise au point d'une voiture qui offre, outre une tenue de route parfaite, une résistance et un confort impeccables, alliés aux meilleures garanties de sécurité pour les voyageurs.





(Photos J. Lemaire)

Fig. 45. Première voiture de la rame ayant tamponné le train de la fig. 46.

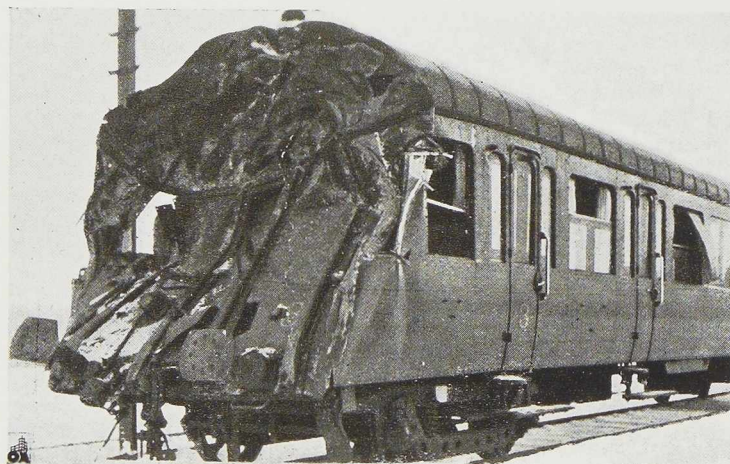


Fig. 46. Troisième voiture d'un train gravement tamponné par un autre roulant à du 86 km à l'heure.

Parmi les diverses solutions possibles envisagées, deux types de *caisse de voiture*, essentiellement distinctes, ont retenu l'attention. Dans le premier, la travée est constituée par une poutre tubulaire percée d'ouvertures latérales pour la réalisation des baies, dans l'autre, elle est faite de deux longs pans longitudinaux, à nœuds rigides calculés comme une poutre Vierendeel et assurant à eux seuls l'autosustentation de la caisse.

Ce second type fut adopté parce que, tout en assurant une plus grande résistance aux déformations de la caisse, sa conception permet une fabrication à la chaîne et sous chaîne plus aisée.

En outre, l'ossature à section tubulaire, telle qu'elle avait été prévue, est légèrement plus lourde que celle à longs pans longitudinaux. La figure 47 représente le schéma de la solution retenue.

L'aménagement de la *paroi frontale* constitue un des problèmes essentiels de la construction de ces ossatures au point de vue sécurité, car c'est cette paroi qui subit le choc de la collision lorsque, comme c'est le cas le plus fréquent, deux rames se heurtent sur une même voie. En effet, les butoirs ne se trouvant jamais sur le même plan horizontal, les châssis des véhicules se chevauchent les uns les autres en balayant les caisses.

On en est arrivé à la conclusion que le voyageur souffrirait d'autant moins d'un choc à la paroi frontale que celle-ci, par des déformations et des ruptures de matières, serait susceptible d'absorber la plus grande part de l'énergie cinétique due au choc.

Aussi, a-t-on été tout naturellement conduit à donner aux parois frontales une résistance extrêmement élevée, considérant qu'il convenait de



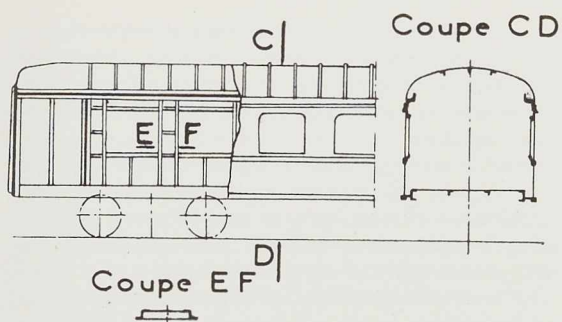


Fig. 47. Schéma de principe du dispositif de sécurité des voitures métalliques.

placer les voyageurs entre deux boucliers de sécurité (fig. 47) présentant à la fois le maximum de résistance et de déformabilité, de telle sorte que, lors de la collision, une énergie cinétique considérable soit absorbée dans les boucliers par des déformations, des ruptures et des travaux résistants.

Cette conception particulière est typiquement belge et nous pouvons nous enorgueillir d'avoir conçu un système réellement efficace de protection qui a donné des preuves de sa valeur dans maintes circonstances.

Ces considérations ont conduit à prévoir des abouts de voitures destinés, non à résister, mais au contraire, à être déformés ou détruits lors des collisions.

La figure 46 montre la troisième voiture d'un train gravement tamponné par un autre roulant à du 86 km à l'heure. La rame tamponneuse qui provoqua l'accident resta pratiquement intacte, sauf un léger défoncement des parois d'about de la première voiture, comme le montre la figure 45.

Il est, en outre, à remarquer que le train tamponneur est resté sur les rails, sans autres mécomptes.

Contrairement à ce que l'on pourrait penser, le souci de la sécurité du voyageur n'a pas empêché de poursuivre l'allègement de la voiture, qui a pu être obtenu, grâce à l'intervention de plusieurs moyens.

Allègement

Outre le bénéfice immédiat que l'allègement est susceptible de procurer sur le prix de la construction, il est aussi une source d'économies diverses pour l'exploitation, notamment dans la dépense d'énergie de remorque, dans les frais d'entretien et de renouvellement des voies.

Des études ont été entreprises, et les essais systématiques de laboratoire qui mettent en évidence les caractéristiques mécaniques des métaux, furent mis à profit pour que les éléments constitutifs de la voiture soient allégés en fonction de la nature des sollicitations auxquelles ils sont effectivement soumis.

La doctrine est basée sur le principe scientifique suivant :

Toute construction doit avoir une résistance homogène, c'est-à-dire que tous les éléments qui composent cette construction doivent révéler des coefficients de sécurité égaux.

Ce principe a conduit à la recherche des sollicitations réelles, dues aux surcharges verticales, aux efforts de freinage, aux efforts de traction et de choc et aux efforts transversaux. Les calculs bien conduits ont mené à des résultats pratiquement exacts, en concordance avec les essais de laboratoire.

L'étude approfondie des caractéristiques des matériaux a permis de fixer ceux s'avérant les plus adéquats à résister aux sollicitations et de donner aux pièces les profils rationnels d'un poids minimum.

Cette saine conception de l'allègement, due à l'intime collaboration des ingénieurs de la Société Nationale et des constructeurs, eut des résultats tout à fait remarquables.

C'est ainsi que, dans le cas des automotrices doubles de la ligne Bruxelles-Anvers, le poids a été réduit de près de 50 % en 10 ans.

Le tableau suivant est plus éloquent à ce sujet que n'importe quelle documentation.

Poids de l'automotrice double électrique

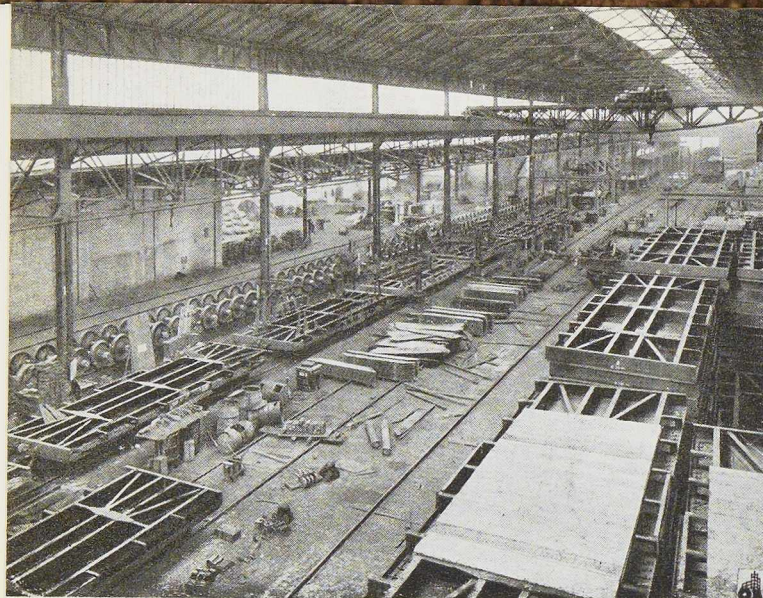
Année	Poids en tonnes
1935	130
1939	120
1940	102
1946	70

Il convient de souligner que ces automotrices ont conservé, dans leur évolution, une même capacité de transport et assurent exactement le même trafic, avec une même sécurité pour le voyageur.

Il est actuellement question de construire pour le programme 1947 des voitures qui pourraient ne peser que 50 à 57 tonnes, mais où la sécurité pour le voyageur serait quelque peu réduite.

Parmi les moyens envisagés pour obtenir cet allègement, citons : l'étude de pièces de formes





(Photo J. Malvaux)

Fig. 48. Construction à la chaîne des châssis de wagons.

mieux appropriées, l'intervention des métaux légers ou plus résistants et les assemblages par soudure.

Soudure

L'utilisation rationnelle du métal ainsi que les procédés d'assemblage par soudure ne peuvent donner des résultats favorables que si les soudures offrent par elles-mêmes une sécurité complète.

Pour ce faire, il faut choisir un métal de base de qualité, des électrodes appropriées, de la main-d'œuvre bien éduquée et sélectionnée, une surveillance active et un contrôle efficace, et notamment celui de la radiographie des cordons.

Depuis une dizaine d'années, les constructeurs,

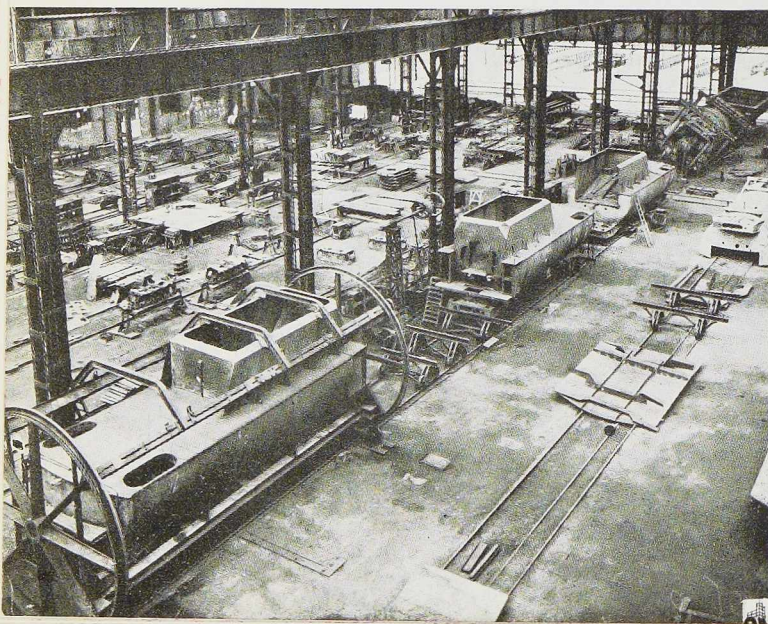


Fig. 49. Soudure des tenders sur gabarit tournant.

les métallurgistes, les fabricants d'électrodes et des professeurs d'Université se sont attachés à résoudre ce problème et l'on peut affirmer que présentement, en Belgique, les soudures sont de haute qualité.

Notre expérience dans le domaine de la soudure ne se limite pas aux constructions en acier ordinaire, elle s'étend aux aciers spéciaux et aux alliages légers pour lesquels nous possédons les ateliers compétents et spécialisés.

La soudure ayant réalisé cette dernière décade un formidable bond en avant, la Société Nationale et les constructeurs ont estimé qu'il fallait entériner les résultats obtenus et en 1946 ils publièrent, de commun accord, les nouveaux cahiers des charges et spécifications techniques suivants :

Cahier des charges

Construction du matériel roulant soudé. — Ce document régleme l'agrégation : du métal de base, du procédé de soudure, de l'entrepreneur soumissionnaire, du matériel de soudure et de son installation, du métal d'apport, des soudeurs et des méthodes d'exécution des soudures.

Il traite également la réception des soudures et les tolérances de dimensions autorisées pour les cordons.

Spécifications techniques sur la soudure à l'arc ou au chalumeau. — Ces spécifications codifient les conditions techniques que doivent remplir les installations de soudure. Elles stipulent quels sont les essais destinés à contrôler :

La convenance du métal d'apport et de l'acier laminé ou moulé choisi pour la construction;

La qualité intrinsèque du métal d'apport proprement dit;

La qualification du soudeur travaillant sur des pièces de 1 à 4 mm d'épaisseur;

La qualification du soudeur travaillant sur des pièces de plus de 4 mm d'épaisseur.

Spécification technique sur la soudure par résistance. — Cette spécification traite de la soudure au point, au galet, bout à bout par rapprochement et par étincelage.

Elle stipule quelles sont les conditions mécaniques que doivent remplir les pièces assemblées par soudure par résistance.

Spécification technique sur la radiographie des soudures. — Le contrôle radiographique des soudures est une innovation dans la construction des véhicules de chemins de fer. Il est à noter que le but principal de cette spécification est la mise au point de la technique opératoire de soudure; elle ne sert qu'auxiliairement à contrôler les soudures mêmes.

Dans ce but, seuls les cordons importants sont radiographiés à 100 % sur le prototype et, au fur et à mesure de l'avancement de la commande, la proportion des radiographies décroît à telle enseigne qu'à partir du 500^e élément, le pourcentage de radiographie des cordons importants tombe à 10 %.

Ainsi, le contrôle radiographique des soudures met le soudeur dans l'obligation continue de veiller à la bonne réalisation de son travail, qui est, à tout moment, susceptible d'être contrôlé.

Protection contre la corrosion

Des expériences multiples ont été effectuées dans nos laboratoires et dans diverses stations d'essais du pays. Depuis des années nos spécialistes ont étudié le problème et sont actuellement à même de poser les critères d'une protection efficace des constructions métalliques.

Il est établi que la résistance des peintures dépend davantage de la préparation des surfaces à protéger et des soins pris lors de l'application du produit de protection, que de la qualité ultime du revêtement.

Pour cette raison, les constructeurs ont élaboré des codes modernes de bonne pratique pour le décapage oxy-acétylénique, le décapage chimique et le décapage au jet.

De son côté, la Société Nationale des Chemins de Fer Belges, en collaboration avec les constructeurs, a mis sur pied un cahier des charges pratique et simple, afin de contrôler et garantir la bonne exécution des revêtements et de leurs qualités.

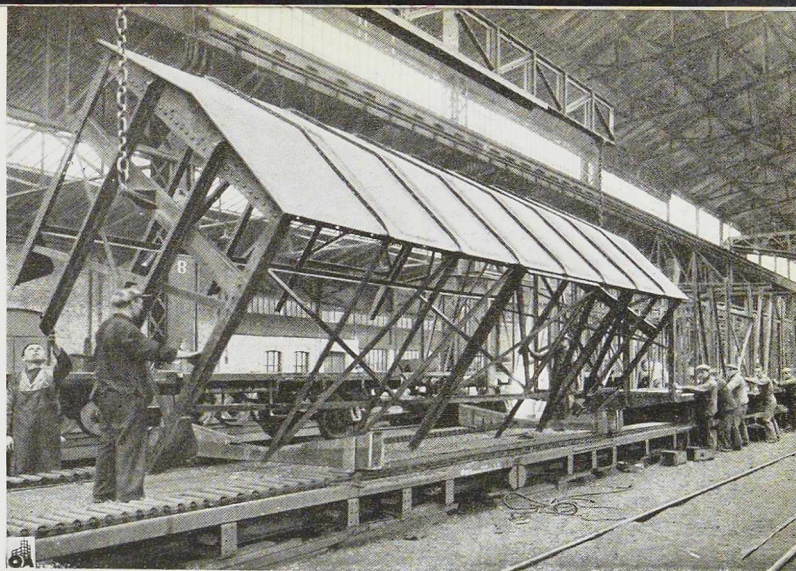
Construction en chaîne

La production moderne, basée sur la recherche du travail le plus économique et compatible avec une bonne exécution, ne peut s'obtenir qu'en organisant, avec le plus grand soin, les diverses opérations élémentaires de la construction.

Le meilleur résultat s'obtient à l'occasion de l'exécution répétée d'un même travail, judicieusement décomposé en ses opérations simples.

Le succès est certain lorsqu'il s'agit de fabriquer en masse par le dispositif dit « à la chaîne ». Cette méthode implique la détermination de la cadence de production.

Antérieurement, cette « cadence » était fixée d'une façon purement suggestive et le rendement de la chaîne n'était connu qu'empiriquement. Actuellement une étude technique sur l'application du travail à la chaîne dans la construction du matériel roulant a permis de fixer quelle est la cadence optimum qui doit être choisie pour la fabrication de wagons et de voitures. Chaque usine de matériel roulant peut, d'après ses moyens et



(Photos J. Malvaux)

Fig. 50. Montage à la chaîne des wagons fermés.

son importance, régler sa cadence ou durée de phase pour obtenir un rendement maximum.

Le résultat ne peut toutefois être obtenu que par la spécialisation de la main-d'œuvre, dans l'accomplissement d'une tâche bien déterminée et grâce à l'utilisation d'outillages spéciaux, particulièrement appropriés.

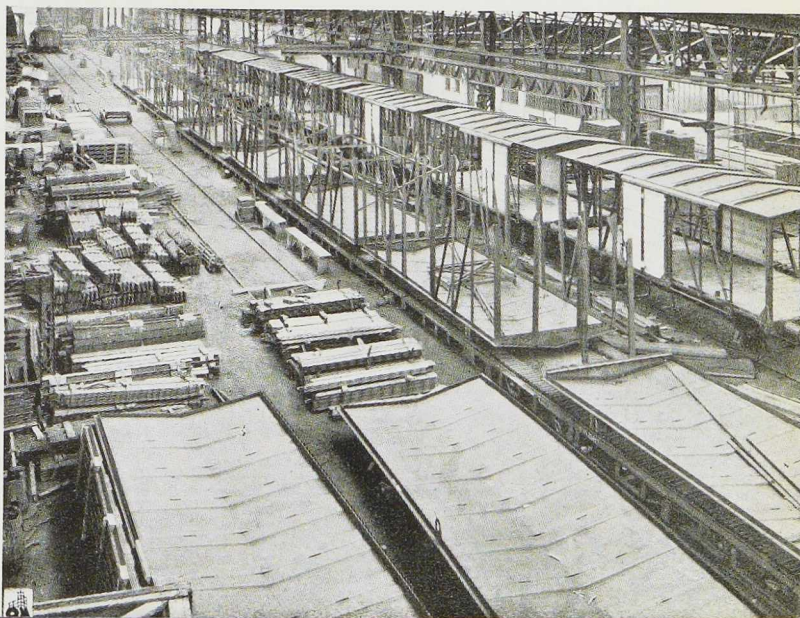
L'examen minutieux de ces deux facteurs a permis de réduire d'une façon très appréciable les temps de chaque opération, et les critères de base retenus pour cette réalisation furent :

— Travail exécuté dans la position la plus facile pour l'ouvrier, en donnant le maximum de garantie pour l'exécution;

— Succession des différentes opérations établie de façon à réduire au minimum le déplacement des ouvriers;

— Groupage des opérations de même genre et de nature analogue;

Fig. 51. Vue d'un grand hall de montage à la chaîne des toitures de wagons fermés.



— Stricte classification des travaux selon la qualification des exécutants;

— Groupement des opérations en vue de permettre, partout où cela est possible, l'emploi d'outillages spéciaux, bien appropriés.

La fabrication d'outillages spéciaux est généralement onéreuse et il faut en prévoir l'amortissement. Cet amortissement grève chaque véhicule sortant de la chaîne d'une sorte d'impôt, qui est inversement proportionnel au nombre de véhicules de la commande. D'autre part, si la commande est très importante, l'utilisation d'outillages nombreux et particulièrement bien appropriés, provoque une réduction de la main-d'œuvre et une diminution du prix de chaque véhicule.

En conséquence, il est souhaitable, autant que possible, que les acheteurs de matériel roulant ne scindent pas leurs commandes entre divers fournisseurs. Il est recommandable, au contraire, qu'ils établissent un plan de renouvellement du matériel adapté à la construction en chaîne, car ils obtiendront un plus « juste prix » en passant des commandes massives et si possible pendant les périodes de crise, plutôt que des commandes répétées de moindre importance.

Les nouveaux wagons et fourgons

En 1942, la S. N. C. B. s'est préoccupée de préparer les plans des wagons qui seraient à construire une fois les hostilités terminées. C'était une occasion pour elle, étant donné le bouleversement que la guerre devait entraîner dans son parc de matériel, de revoir tout le problème de la conception et de l'utilisation de son matériel à marchandises, qui avait peu évolué dans les 15 ou 20 années antérieures. Les constructeurs ont été associés à l'étude de ce problème et aux discussions qui ont eu lieu à ce sujet entre les différents services de la Société Nationale des Chemins de fer Belges (S. N. C. B.).

Cette méthode de travail était entièrement neuve; nous croyons pouvoir dire qu'elle a été fructueuse tant pour les constructeurs que pour les utilisateurs et la S. N. C. B. est décidée à continuer dans cette voie.

Les études préliminaires en commun ont porté sur la détermination des éléments du problème, et le service d'exploitation, le service commercial, le service des wagons et le service d'études ont été appelés à donner leur avis dûment motivé sur ces questions.

Il s'agissait d'étudier un wagon tombereau à 2 essieux, un wagon fermé à 2 essieux, un wagon plat à 2 essieux et un fourgon à marchandises. Les chargements et capacités de chaque type de

wagons ont été déterminés après examen approfondi des statistiques de chargement et d'utilisation des wagons qui sont utilisés sur le réseau et il a été tenu compte des perspectives d'exploitation du matériel à marchandises durant les prochaines années.

Ces considérations ont conduit à choisir :

Un wagon tombereau de 25 t de charge, 35 m³ de capacité et 8 m de long;

Un wagon fermé de 20 t de charge, 57 m³ de capacité et 8^m310 de long;

Un wagon plat de 25 t de charge et 12^m50 de long.

Le service d'exploitation a été appelé à donner ses suggestions motivées sur les dimensions et les dispositions des portes, les rayons minima de courbure des voies, les obligations résultant des règlements internationaux ainsi que les vitesses maxima que devait supporter le matériel. On s'est arrêté en fin de compte à une vitesse maximum de 80 km/heure pour le wagon tombereau et le wagon plat, et de 100 km/heure pour le wagon fermé et le fourgon, ces deux derniers véhicules pouvant être appelés à entrer dans la composition de trains de voyageurs.

Les éléments du problème étant ainsi déterminés, l'étude des principes de réalisation a été abordée. Les constructeurs ont été chargés de faire des propositions au sujet des sollicitations dont il fallait tenir compte en vue du calcul des différents éléments des véhicules. Il fut décidé de tenir compte des sollicitations suivantes, basées sur la théorie et sur l'expérience :

- 1° Les charges verticales;
- 2° Les oscillations verticales;
- 3° Le choc droit;
- 4° Le choc en diagonale;
- 5° La traction;
- 6° Le freinage;
- 7° Les sollicitations transversales;
- 8° La poussée statique de la charge;
- 9° L'inertie de la masse chargée;
- 10° L'inertie de la toiture pour le calcul du wagon fermé.

Après discussion, les propositions des constructeurs ont été admises, après que la S. N. C. B. eut augmenté de façon très sensible les sollicitations à compter pour le choc en diagonale; les constructeurs se sont inclinés quoiqu'ils restent convaincus que le choc en diagonale dont il a été tenu compte est exagéré.

Deux conceptions différentes se sont affrontées en ce qui concerne l'amortissement du matériel. La S. N. C. B. a coutume de se baser pour l'amortissement de ses wagons sur une période de 40 ans; après 25 ans environ les wagons subissent



une grande réparation, qui demande un démontage de tous les organes de roulement, de suspension, choc, traction et de la caisse.

Depuis quelques années, à l'occasion de cette grande réparation, les châssis des wagons tombereaux, chaque fois qu'il y a moyen, sont retournés; les ailes supérieures des longerons, qui sont très sérieusement entamées par l'oxydation, sont très souvent découpées et remplacées par un plat soudé. Les constructeurs ont proposé de tabler sur un amortissement en 50 ans pour les organes principaux tels que trains de roues, boîtes à huile, butoirs, etc... et sur un amortissement en 25 ans pour les châssis et caisses.

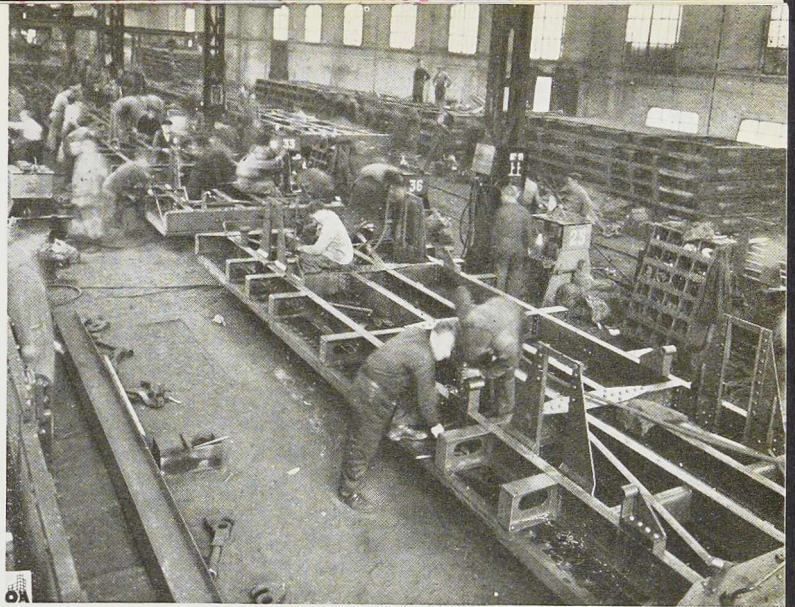
Cette conception supprime la grande réparation, qui est onéreuse, et permet après 25 ans de réutiliser sur du matériel neuf les organes essentiels qui sont coûteux, et en même temps de revoir tous les 25 ans la conception et les caractéristiques du matériel pour mieux les adapter aux conditions d'exploitation du moment. La S. N. C. B. a rejeté cette conception des constructeurs parce que, dit-elle, après 25 ans on examine quel est le meilleur parti à tirer du wagon.

La détermination des coefficients de sécurité à admettre dans les calculs a été résolue d'une façon très élégante par la S. N. C. B.; il a été imposé aux constructeurs, pour chaque type de matériel, d'étudier avec les sollicitations dont il a été question ci-dessus, les coefficients de sécurité de différents wagons du même type tant belges qu'étrangers et d'examiner pour chaque pièce les inconvénients qui ont été rencontrés par les utilisateurs. On est arrivé de cette façon à dimensionner chaque élément, de façon telle que son allègement soit maximum et sa sécurité suffisante.

Pour chaque véhicule, une note de calculs a été rédigée, présentant pour chaque pièce un tableau de comparaison des coefficients de sécurité, que présentent différents wagons du même type ainsi qu'une discussion amenant la détermination du coefficient de sécurité à compter pour le nouveau matériel.

Par souci d'allègement également, des études ont été demandées à la Commission Mixte des Aciers, quant à la qualité d'acier qu'il y a lieu d'utiliser pour le matériel.

Une voiture à voyageurs, suivant la conception moderne, doit protéger les passagers en cas de collision; il faut donc prévoir un matériau pour la construction de ce véhicule qui, en cas de télescopage, absorbe le plus grand travail possible. Tel n'est pas le cas pour les wagons; la marchandise transportée n'étant pas de grande valeur, on considère que le wagon et sa charge peuvent être perdus en cas de collision grave et qu'il y a lieu



(Photos J. Malvaux)

Fig. 52. Montage en série des châssis. L'opération se fait sur châssis retournés.

d'éviter que le wagon ne prenne des déformations permanentes dans tous les cas qui ne peuvent pas être qualifiés de télescopage.

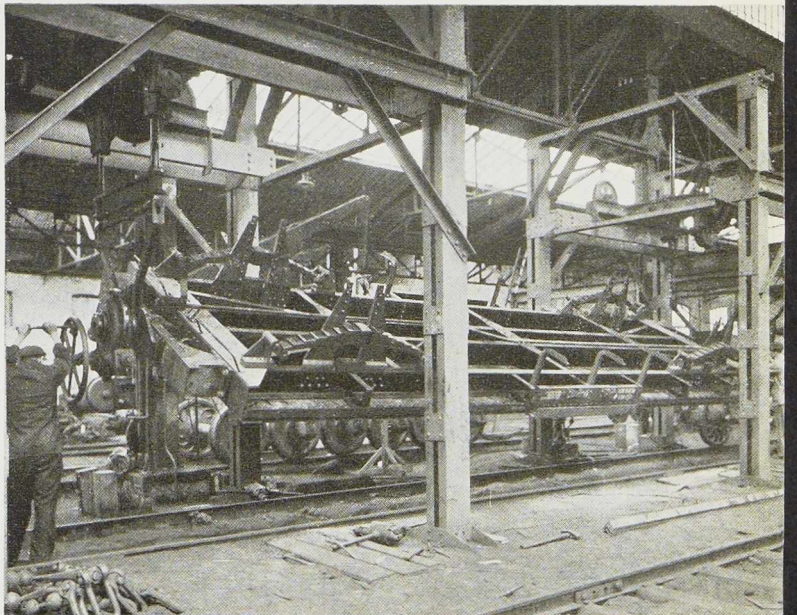
Dans ces conditions, c'est la limite élastique dont il y a lieu de tenir compte et la Commission Mixte des Aciers a étudié à cet effet un acier à haute limite élastique. Cependant, étant donné le peu d'expérience qu'on possède jusqu'à présent au sujet de l'utilisation et de la bonne tenue de ces aciers, il a été décidé de faire les études en deux hypothèses :

- 1° En acier 37 kg/mm² de résistance;
- 2° En acier 52 kg/mm² de résistance à la rupture.

Ce dernier acier présente l'avantage important pour le matériel roulant d'avoir une résistance améliorée à la corrosion.

Le mode d'assemblage a fait l'objet d'examen approfondi. On constate une tendance généralisée

Fig. 53. Mise des châssis sur trains de roues.



chez les compagnies de chemins de fer à utiliser la soudure pour la construction de matériel roulant. Il a été décidé de prime abord que le mode de construction de wagons soudés ou rivés n'est pas une question de principe : la soudure ne doit être considérée que comme moyen d'assemblage parmi d'autres et elle doit être employée chaque fois qu'elle s'impose; à cet égard, la question a été étudiée au point de vue allègement et au point de vue entretien et réparation.

Les chemins de fer belges ont en service, depuis 1931, 50 wagons tombereaux entièrement soudés. L'expérience a montré que ces wagons soudés se sont comportés sensiblement mieux en service que les wagons rivés du même type; leur entretien a

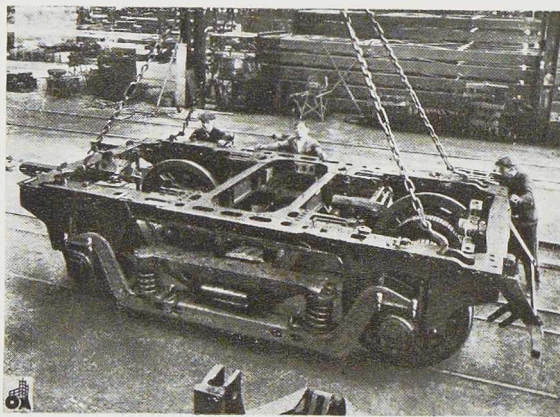


Fig. 54. Bogie d'une voiture à voyageurs.

été moins onéreux, le nombre d'avaries moindre et le prix d'une réparation approximativement égal au prix de la même réparation exécutée sur un wagon rivé.

Dans chacune des deux hypothèses, il s'est avéré que le wagon soudé permet une économie de poids de quelque 15 % dans les parties suspendues du véhicule. Les mêmes calculs ont montré que le wagon soudé n'est pas plus coûteux que le wagon rivé, l'augmentation du coût de la main-d'œuvre étant compensée par la réduction du prix des matières.

Enfin, l'expérience qu'ont les constructeurs de matériel roulant dans la construction des wagons soudés les a engagés à proposer à la S. N. C. B. de construire des wagons en éléments soudés, ces éléments étant le châssis, les longs pans, les pignons et toitures, etc., et d'assembler ces diffé-

rents éléments entre eux par rivure, étant donné la difficulté d'exécuter de bonnes soudures sur des wagons entièrement assemblés, tant à cause de la position des soudeurs que de la rigidité de l'ensemble qui pourrait entraîner la création de tensions internes.

C'est en définitive ce mode de construction qui a été admis pour tous les wagons.

Enfin, un dernier problème difficile s'est posé, à savoir l'aménagement des wagons à 2 essieux en vue des vitesses de 80 et 100 km/heure. Cette question n'ayant jamais été étudiée dans le pays, les constructeurs ont recherché ce qui a été fait à l'étranger à ce sujet et ont essayé d'établir une formule mathématique conduisant à certaines conclusions. La S. N. C. B. a fait de son côté des essais de vitesse en attelant des wagons à une locomotive rapide.

Les conclusions de ces études et de ces essais peuvent se résumer dans les trois décisions suivantes : pour augmenter la bonne tenue sur rails des véhicules à 2 essieux à grande vitesse, il faut :

- 1° Augmenter l'empattement du véhicule;
- 2° Augmenter la flexibilité des ressorts de suspension;
- 3° Remplacer les menottes de suspension par des maillons et coussinets de maillons; ces maillons forment en outre un amortisseur de chocs transversaux dus aux réactions des rails sur les bourrelets des roues, de sorte qu'ils entraînent une meilleure conservation du matériel.

L'augmentation de l'empattement du véhicule, c'est-à-dire le fait que les véhicules à 2 essieux aient un empattement plus grand que l'empattement idéal sous charges statiques seules, pose un nouveau problème constructif.

Les constructeurs ont proposé, en vue d'alléger le matériel, d'armer les longerons des wagons de la façon suivante :

Les dimensions des longerons seraient déterminées par toutes les sollicitations énumérées au début de la présente note et en supposant l'empattement idéal sous charges verticales, l'armature ayant uniquement pour but de reprendre le supplément de charges verticales qu'entraîne l'augmentation de l'empattement du véhicule.

La S. N. C. B. de son côté, partant de l'idée qu'un wagon à 2 essieux périclite le plus souvent sous des sollicitations de chocs répétés, a estimé préférable de supprimer les armatures des longerons, quitte à mettre davantage de matières dans le longeron lui-même, ce qui a pour résultat de donner en tout état de cause une plus grande ré-



sistance du wagon au choc. Cette conception sacrifie l'allégement du véhicule.

Admissible pour le wagon tombereau de 8 mètres de longueur et de 5 mètres d'empattement et pour le wagon plat de 12^m50 de long et 7^m50 d'empattement, cette solution ne pouvait être retenue pour le wagon fermé; il fallut en trouver une autre. Il a été entendu dès le début des pourparlers qu'on envisagerait pour le wagon tombereau et le wagon fermé, la possibilité de traiter les parois latérales comme auto-sustentatrices. Cette conception appliquée au wagon tombereau donna un allégement insignifiant tout en compliquant singulièrement la construction; elle fut abandonnée.

Par contre, elle s'imposa pour le wagon fermé où un empattement de 6 mètres était nécessaire pour réaliser une vitesse de 100 km/heure.

D'ailleurs, le long pan du wagon fermé se prêtait particulièrement bien à former une poutre porteuse, parce qu'elle comprend une seule baie de porte dans sa partie milieu. En outre, elle présentait le grand avantage de former poutre résistante aux sollicitations horizontales dues à l'inertie de la masse chargée et de la toiture.

Tous les anciens wagons fermés présentent le grand défaut de bris répétés des montants d'angle des caisses. La poutre de long pan, qui dans le wagon fermé tôle est une poutre à âme pleine et dans le wagon fermé bois, une poutre triangu-

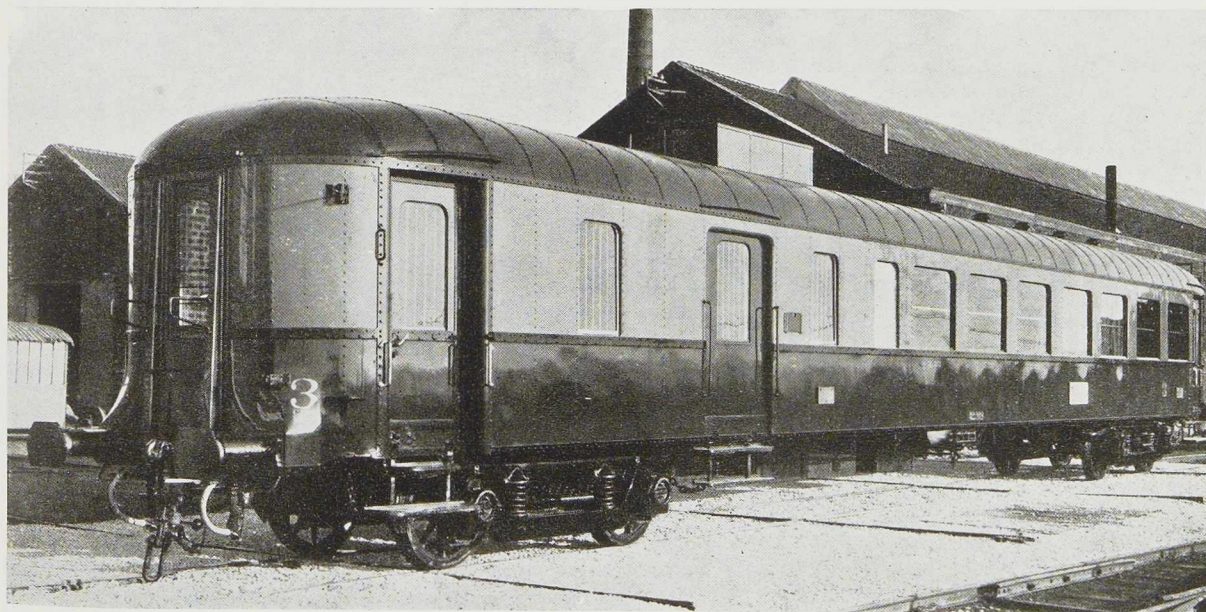
lée, reprend les sollicitations horizontales supportées entièrement autrefois par les seuls montants d'angle. Mais cette poutre porteuse suppose l'existence d'une bride inférieure, c'est-à-dire que les consoles soient supprimées et que le longeron du véhicule soit reporté au droit du long pan.

Différents dessins du châssis furent projetés à 2 — 4 et 6 longerons et on s'arrêta en fin de compte au châssis à 6 longerons, qui n'est pas plus lourd que le châssis à 4 longerons ordinaires et présente l'avantage d'avoir un longeron milieu entre les butoirs, qui reprend la plus grande part des sollicitations de choc.

Nous avons signalé la fragilité des montants d'angle des anciens wagons fermés. Les wagons tombereaux présentent de leur côté généralement le grand défaut d'avoir une mauvaise liaison entre le châssis et la caisse, ce qui en cas de choc cause un déplacement de la caisse par rapport au châssis.

Cette mauvaise liaison est due le plus souvent à la conception défectueuse des consoles fixées au longeron par une seule rangée de rivets, de sorte que les montants d'angle seuls s'opposent au déplacement de la caisse par rapport au châssis. Les consoles des nouveaux wagons tombereaux sont en forme de double T et sont soudées au longeron; elles ont été dessinées en profils d'égale résistance et en outre des goussets horizontaux largement dimensionnés relient les traverses de tête

Fig. 55. Voiture fourgon métallique 3^e classe, de 22 m pour le service international.



et donc les montants d'angle au longeron, de sorte que de part et d'autre du wagon, une véritable poutre horizontale s'oppose au déplacement de la caisse par rapport au châssis et tous les montants intermédiaires interviennent dans cette résistance.

Dans un but d'allègement également, le service d'exploitation a été appelé à se prononcer sur la nécessité qu'il y a de conserver sur les wagons équipés d'un frein à main, une guérite et une plateforme pour freineur. Il s'est avéré que depuis la généralisation de l'équipement du frein pneumatique sur le réseau belge, le frein à main n'était plus employé que d'une façon tout à fait accidentelle, lorsque, par exemple, le frein d'une locomotive s'avarie en rase campagne et qu'il n'est pas possible de faire appel à une locomotive de secours. Pour cette raison, s'inspirant de la solution américaine, les wagons avec frein à main n'ont plus de guérite ni de passerelle et sont équipés d'un simple passet qui peut être logé sur le pignon du wagon.

Le frein pneumatique a aussi été entièrement réexaminé; les wagons construits par la S. N. C. B. avant la guerre étaient équipés de 2 cylindres, un cylindre de tare et un cylindre de charge. Il a été décidé d'abandonner ce système et d'adopter le frein pneumatique à un cylindre avec amplificateur et régleur automatique de timonerie. Le nouveau système est sensiblement plus léger que l'ancien, coûte sensiblement le même prix et procure, en outre, l'avantage d'avoir un réglage automatique des sabots de frein quelle que soit l'usure de ces dernières pièces. On a prévu en variante le remplacement du cylindre lourd en fonte par un cylindre léger en tôle emboutie et soudée. Une deuxième variante de frein a été étudiée, consistant dans l'application sur le wagon du bloc frein système Westinghouse. Suivant cette hypothèse, le cylindre, le réservoir et la triple valve forment un seul bloc léger, d'un montage facile et avec un minimum de tuyauteries.

Afin de déterminer le type de boîtes d'essieux à adopter, il a été fait usage des statistiques de la S. N. C. B. donnant le nombre d'échauffements des boîtes de différents types, les dépenses occasionnées par une boîte chauffante de chaque type en usage sur le réseau ainsi que les résultats des essais de résistance aux mouvements de wagons équipés de ces boîtes.

Les boîtes perfectionnées présentent sur les boîtes ordinaires l'avantage d'une moindre résistance au roulement; par contre, elles ont donné des résultats défectueux en ce qui concerne les pourcentages de boîtes chauffantes et les dépenses occasionnées par l'échauffement d'une boîte per-

fectionnée sont onéreuses. C'est pourquoi, la S. N. C. B., tenant compte également du prix des différents types de boîtes d'essieux, s'est arrêtée à la boîte avec graissage au packing.

*
**

Les considérations exposées ci-dessus, montrent qu'indubitablement les nouveaux wagons constitueront un progrès important sur le matériel actuellement en usage.

Les constructeurs auraient souhaité pousser davantage l'allègement des véhicules; cela aurait été possible notamment en construisant des châssis et caisses à amortir en 25 ans au lieu de 40, en donnant parmi les sollicitations moins d'importance au choc en diagonale, en armant les longerons du véhicule à grand empattement et en adoptant derechef, comme beaucoup d'autres réseaux l'ont fait, les cylindres de frein légers en tôle soudée en lieu et place de cylindres lourds en fonte.

Cependant, les contacts entre les chemins de fer et les constructeurs ont amené dans bien des domaines des solutions nouvelles et heureuses; elles ont eu notamment pour résultat de faire connaître aux constructeurs toutes les raisons pour lesquelles chaque solution a été adoptée, alors qu'autrefois les constructeurs avaient trop souvent l'impression, et à tort d'ailleurs, que ces solutions étaient le résultat d'habitudes non justifiées.

Aussi, les constructeurs savent gré à la S. N. C. B. d'avoir fait appel à eux; ils souhaitent très vivement qu'elle persiste dans la voie dans laquelle elle s'est engagée et qu'ils soient appelés à donner leur avis quant à la solution de tous les problèmes qui intéressent leurs fabrications.

Locomotives à vapeur

Les constructeurs de locomotives ont également entrepris, toujours sur les mêmes bases que celles envisagées pour les voitures et les wagons, l'étude de plusieurs types nouveaux. Ils ont ainsi réalisé une série de machines qui ramène à 10 les différents modèles de locomotives sur le réseau, lesquels devraient être substitués aux multiples modèles en service. On réalise ainsi un travail de standardisation important.

Outre les locomotives à vapeur, on mit au point un tender de 24.000 litres et la première locomotive électrique, type B.B.

Un certain nombre de nouveautés furent incorporées lors de la construction et notamment un très large emploi d'aciers spéciaux, en particulier



pour la chaudière, les piston, tige, crosse, bielle, coudé, longerons, frein et suspension.

L'allégement du mécanisme moteur des locomotives fut poussé à l'extrême grâce au calcul particulièrement soigné, au dessin original sur de nombreux points et à l'emploi des aciers spéciaux précités. Le poids des masses alternatives, rapporté à la tonne d'effort transmis par le piston est tombé plus bas que pour n'importe quelle machine européenne ou américaine, réduisant ainsi la fatigue des portées de la bielle et des boîtes d'essieux et simplifiant la question de l'équilibrage.

Une grande attention a été accordée à la commodité de l'entretien et de la réparation, par un dessin attentif de tous les organes en vue de leur usinage, montage et démontage.

Enfin, la standardisation des organes a été poussée très loin, non seulement dans les détails mais même dans des pièces ou ensembles de pièces très importants, tels que les essieux, les boîtes à huile et même la chaudière complète.

Le graissage sous pression est largement appliqué.

La consommation des nouvelles locomotives étudiées est très basse grâce au timbre élevé qui atteint 18 kg/cm² et à la surchauffe qui, en pleine puissance, est prévue pour 415° C, au réchauffage de l'eau d'alimentation, au dessin judicieux de la chaudière, du circuit de vapeur très large, des tiroirs à grande ouverture et de l'échappement.

Rappelons que la locomotive, type 12 de la S. N. C. B., a une consommation de 0,750 kg de charbon par cheval-heure indiqué, ce qui repré-

sente déjà une très faible consommation à la puissance.

Enfin, beaucoup d'importance a été attachée à l'esthétique des machines, au confort du personnel et à la tenue de voie. Ce dernier point a été fort heureusement réalisé, grâce à l'emploi de dispositifs de rappel adéquats pour les boggies et bissels, ainsi que pour les essieux arrière des « Consolidations lourdes ».

Tenders

Dans le même ordre d'idées, un nouveau tender a été étudié et conçu en ordre principal pour permettre son accouplement aux différents types de locomotives. Ici encore, on a invité les Services d'Exploitation et d'Entretien à formuler au cours des études, des critiques constructives grâce auxquelles on est parvenu, par un compromis heureux, à satisfaire les utilisateurs et les constructeurs.

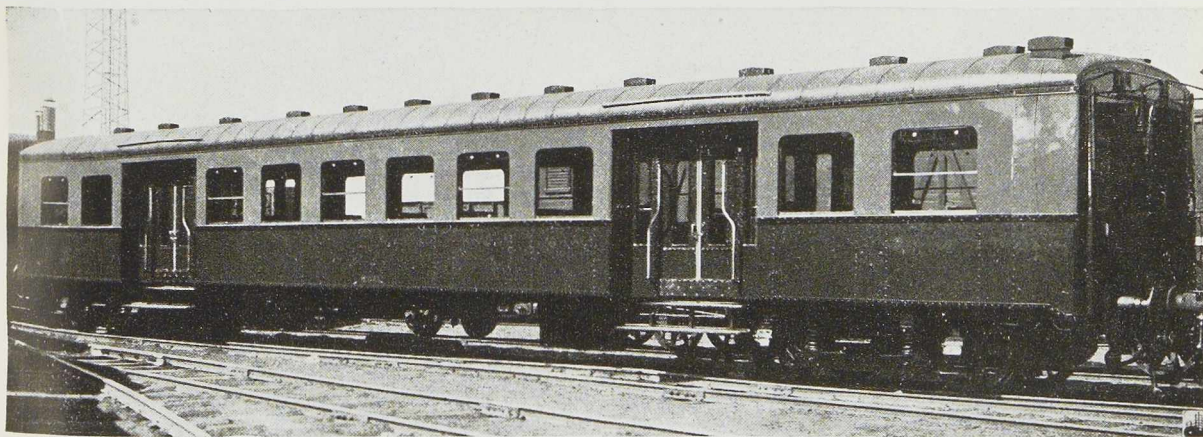
Les caisses et châssis des nouveaux tenders forment un monobloc entièrement soudé, la poutre intérieure du type Vierendeel constituant l'ossature principale de l'ensemble.

Les caisses sont de construction auto-sustentatrice et les dispositions des traverses et cloisons donnent au calcul les meilleurs résultats de raidement de l'ensemble, tant dans le sens transversal que dans le sens longitudinal.

Electrification

L'électrification des grandes lignes de chemins de fer du pays est décidée en principe depuis de

Fig. 56. Voiture métallique pour trains omnibus de 22 m.



nombreuses années. Par suite de l'existence d'un parc important de locomotives à vapeur, il n'a pas été possible de passer aussi rapidement qu'on l'aurait voulu à l'électrification d'une bonne partie du réseau. La guerre, avec ses destructions profondes, a modifié la situation et il est actuellement possible d'envisager l'exécution du projet.

D'après les prévisions, 1.450 km de voies seront électrifiés dans la prochaine décennie. Ce sera pour les constructeurs belges l'occasion de trouver à leurs portes un nouveau champ d'activité et d'expérience à même de les porter au niveau de leurs concurrents étrangers.

Le rôle qu'ils joueront dans la réalisation de cette grande œuvre sera primordial du fait que la S. N. C. B. leur a confié la conception, l'étude et la construction du nouveau matériel électrique.

Conclusions

Les considérations exposées ci-dessus montrent qu'indubitablement le nouveau matériel constitue un progrès important sur le matériel actuellement en usage.

Les constructeurs auraient souhaité pousser davantage l'allégement des véhicules; cela aurait été possible notamment en construisant pour les

wagons, des châssis et des caisses dont la durée de vie serait de 25 ans au lieu de 40, en utilisant des cylindres de frein légers, en tôle soudée, en lieu et place de cylindres lourds en fonte.

Cependant, les contacts entre la S. N. C. B. et les constructeurs ont amené, dans bien des domaines, des solutions nouvelles et heureuses; elles ont eu notamment pour résultat de faire connaître aux constructeurs toutes les raisons pour lesquelles chaque solution a été adoptée.

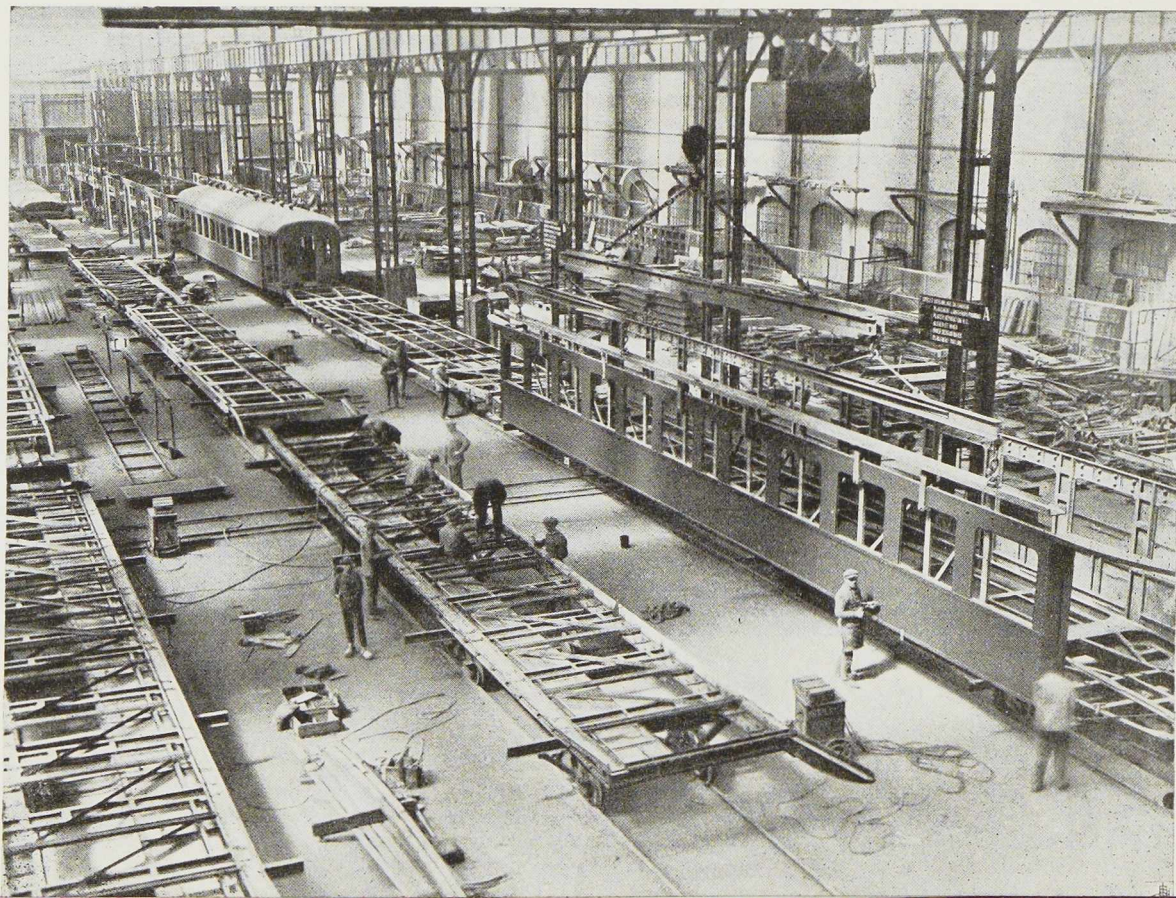
Dans le domaine de l'électrification comme dans celui de la construction des locomotives à vapeur et du matériel tracté, la S. N. C. B. a admirablement compris l'intérêt d'une étroite collaboration entre ses divers services et les constructeurs. A cet effet, elle a créé un Comité permanent de Liaison (S. N. C. B.-Constructeurs) qui, en tant que commission d'études, examine en toute sérénité les possibilités des constructeurs et les exigences de l'exploitant.

La voie dans laquelle est engagée la construction belge de matériel de chemins de fer est prometteuse. Elle illustre d'une façon vivante l'application de la vieille devise nationale belge :

« L'UNION FAIT LA FORCE. »

J. L.

Fig. 57. Hall de montage des voitures métalliques.



Spécifications belges des aciers pour construction soudée

Note introductive

par R. A. Nihoul,

Ingénieur,

Directeur du Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier

La construction métallique soudée s'est développée dans tous les pays du monde, sans qu'à l'origine on ait imposé aux aciers utilisés des caractéristiques différentes de celles en vigueur pour les constructions rivées. Cette situation résultait du perfectionnement apporté très rapidement par les producteurs d'électrodes à la fabrication de l'élément d'apport, et d'autre part, des bons résultats enregistrés par les essais en laboratoire sur éprouvettes soudées à l'arc électrique ou à la soudure oxy-acétylénique. Aussi les accidents graves qui sont survenus à certaines constructions soudées, en Allemagne, dès 1936 ont laissé, au premier abord, les spécialistes interloqués.

Rappelons que des accidents se sont produits dans tous les pays où la soudure a bénéficié d'un essor important. La Belgique a eu, en 1938, des accidents, parce que, incontestablement, elle était le pays le plus avancé dans cette technique d'assemblage⁽¹⁾. Mais des accidents analogues se sont produits en Allemagne à peu près à la même époque, et plus tard, les Etats-Unis ont rencontré, avec la construction en grande série des Liberty-ships, des difficultés semblables.

L'étude de ces accidents a entraîné les savants à des recherches considérables, rendues difficiles par la complexité du problème, le grand nombre de facteurs entrant en jeu et compliqués encore par la guerre qui est survenue à peu près immédiatement après les accidents.

Il sort du cadre de cette note introductive de poser en quelques lignes, les conclusions des nombreux travaux effectués; mais on est frappé de constater que lorsque les accidents se sont produits, certaines conditions communes étaient toujours remplies :

1° Assemblage de produits de grande épaisseur (supérieure à 20 ou 25 mm);

2° Assemblage provoquant dans la matière première des sollicitations tri-axées;

3° Construction rapidement réalisée, sans vérification méticuleuse du procédé de montage et sans contrôle des tensions de retrait;

4° Main-d'œuvre de soudure peu contrôlée ou relativement inexpérimentée;

5° On est également frappé de constater que la matière première des ouvrages accidentés répondait à tous les critères de qualité imposés à un acier de charpente rivée.

Ce serait une erreur et une injustice de blâmer les auteurs et les responsables des ouvrages accidentés, car ces facteurs qu'on retrouve dans chaque accident sont des facteurs dont l'importance devait échapper à l'époque aux auteurs des projets. C'est ainsi que dans une construction rivée, l'acier n'est pratiquement jamais soumis à des tensions tri-axées; le fait, aujourd'hui présent à la mémoire de tout ingénieur, qu'un acier soumis à des tensions tri-axées se rompt sans déformation était, on doit le reconnaître aujourd'hui, pratiquement ignoré des ingénieurs il y a 10 ans.

Nous citons cet exemple parce qu'il est caractéristique; les autres phénomènes ne semblaient pas devoir non plus susciter d'inquiétude, y compris celui du contrôle de la main-d'œuvre, car la main-d'œuvre satisfaisait sans difficulté aux essais sur éprouvettes de petites dimensions qui lui étaient imposés; on ignorait à cette époque le comportement différent d'éprouvettes libres et de pièces de grandes sections plus ou moins encastées.

On peut dire aujourd'hui que les causes de ces accidents sont partagées entre la matière première et la façon dont elle fut mise en œuvre. La construction soudée sollicitait la matière première dans des conditions nouvelles et par conséquent, la matière première doit être adaptée à ces sollicitations. La construction soudée provoque des tensions internes et par conséquent, les assemblages doivent être étudiés en conséquence. La construction soudée postule que le volume et l'ordre d'exécution des cordons de soudure soient contrôlés et par conséquent, le montage des constructions soudées doit être fait avec un soin

(1) Voir « La Construction soudée », Eug. François, *L'Ossature Métallique*, n° 5, 1938, pp. 201-207.



méticuleux. Enfin, la construction soudée doit être réalisée par des soudeurs qui sont capables d'exécuter des soudures sur des pièces identiques en dimensions et positions à celles qu'ils devront souder, et par conséquent le contrôle de la main-d'œuvre doit être adapté à ces exigences.

D'autres facteurs pourraient être cités. Comme nous nous proposons, dans cette note, d'attirer l'attention uniquement sur l'aspect métallurgique de la question, nous ne nous étendrons pas à ce sujet.

*
**

A la suite des accidents survenus en Belgique, des professeurs d'universités, des ingénieurs ont été saisis du problème et en ont poursuivi systématiquement l'étude. Leurs rapports n'ont pas été publiés *in extenso* par suite de l'état de guerre, mais leurs conclusions ont été portées à la connaissance des spécialistes, et notamment aux membres de la *Commission Mixte des Aciers* (1); créée par la *Fédération des Entreprises de l'Industrie des Fabrications métalliques* (Fabrimétal), elle groupe notamment les représentants des producteurs et les représentants des constructeurs. Elle a constitué sous la présidence de M. Mossoux, Ingénieur A.I.L.G., Chef de Service du Laboratoire de la Fabrique Nationale d'Armes de Herstal, une Commission technique des Aciers pour construction soudée (2). Cette Commission groupant, outre les producteurs et les constructeurs, des représentants des grandes Administrations belges et des experts, s'est préoccupée de voir si le problème de l'acier, métal de base, ne devrait pas être adapté aux nouvelles exigences des constructeurs.

Elle est arrivée à une série de conclusions qui

(1) La Commission Mixte des Aciers, présidée par M. L. ISAAC, Administrateur délégué de la Société Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi, est composée en outre comme suit :

Délégués de l'Industrie des Fabrications Métalliques :

MM. L. BEKAERT, Directeur des Usines L. Bekaert;
L. CORNIL, Administrateur délégué des Ateliers de Construction Mécanique de Tirlemont;
O. FRENAY, Directeur des Ateliers John Cockerill;
R. GOORMARTICH, Directeur général de la Société La Brugeoise et Nicaise & Delcuve;
G. VELTER, Directeur général de la Fédération des Entreprises de l'Industrie des Fabrications Métalliques (Fabrimétal).

Délégués de la Sidérurgie :

MM. O. BIHET, Administrateur, Directeur-gérant des Usines à Tubes de la Meuse;
G. DECAMPS, Chef de Service des Laminoirs de la S. A. des Forges de la Providence;
A. DESOER, Directeur de la Métallurgie de la S. A. d'Ougrée-Marihaye;
R. HOUBAER, Directeur de la Métallurgie de la S. A. John Cockerill;
H. NOEZ, Directeur général de la S. A. Fabrique de Fer de Charleroi.

Secrétaire :

M. R. A. NIHOUL, Ingénieur.

ont conduit en premier lieu à définir les conditions générales de soudabilité métallurgiques limitées au problème de la construction métallique et aux méthodes de soudure normalement utilisées dans cette industrie, méthodes ne faisant intervenir aucun traitement thermique extérieur préliminaire, simultanément ou ultérieur. Cette réserve est particulièrement importante : on lira avec un vif intérêt à ce sujet les considérations que le Professeur Campus vient de publier sur la soudabilité des aciers (3). Il y définit la *soudabilité des aciers doux de construction, l'aptitude à subir sans insécurité les effets du retrait dans les conditions d'application. Cette définition, dit-il, écarte la notion de l'acier dont toute sensibilité aux effets de soudure est exclue.* La soudabilité pratique est en effet également fonction de facteurs constructifs.

*
**

Ces conditions générales de soudabilité métal-

(2) La Commission technique des Aciers pour Construction soudée était composée comme suit :

MM. R. MOSSOUX, Chef de service à la Fabrique Nationale d'Armes de Guerre, Président de la Commission;
G. ADAM, Directeur technique de la Société Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi;
R. ANDRÉ, Ingénieur, Secrétaire général de la Fabrique de Fer de Charleroi;
H. CHENU, Ingénieur en chef, chef du Service d'Etudes du matériel roulant à la S. N. C. B.;
G. DECAMPS, Chef de service des Laminoirs de la S. A. des Forges de la Providence;
G. DE CUYPER, Ingénieur en chef, Directeur du Bureau des Ponts du Ministère des Travaux publics;
R. DE KRICK, Ingénieur aux Ateliers de Construction Mécanique de Tirlemont;
L. G. DE RYCKE, Ingénieur à l'Atelier central de Malines de la S. N. C. B.;
A. DESOER, Directeur de la Métallurgie de la S. A. d'Ougrée-Marihaye;
P. GALLER, Ingénieur à la Division Construction de la S. A. d'Ougrée-Marihaye;
M. GEVERS, Directeur de la Division de Grivegnée, de la S. A. d'Angleur-Athus.
P. GOLDSCHMIDT, Directeur de l'Institut belge de la Soudure;
H. HERBIET, Ingénieur, Chef du Laboratoire de Métallurgie de la S. A. John Cockerill;
E. HOUBAER, Directeur de la Métallurgie de la S. A. John Cockerill;
L. ISAAC, Administrateur délégué de la Société Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi;
H. LOUIS, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Institut du Génie civil;
J. MARGULIES, Ingénieur au Laboratoire de Recherches de la S. A. d'Ougrée-Marihaye;
J. NICOLAI DE GORBEZ, Ingénieur au Conseil professionnel de l'Industrie des Fabrications métalliques (Fabrimétal);
R. A. NIHOUL, Ingénieur, Secrétaire de la Commission Mixte des Aciers;
P. PICALUSA, Ingénieur principal au Service de la Voie à la S. N. C. B.;
G. RIGOLE, Ingénieur en chef à la Société La Brugeoise et Nicaise & Delcuve;
W. SOETE, Chef du service de recherches de l'Institut belge de la Soudure.

(3) *Recherches, Etudes et Considérations sur les constructions soudées*, par F. Campus, professeur à l'Université de Liège, Liège, 1946.



lurgiques limitées comprennent les points suivants:

A. Propriétés chimiques

La teneur des aciers en certains éléments doit être limitée du seul point de vue de la soudabilité; pour l'ensemble des nuances envisagées, on doit notamment considérer les teneurs suivantes comme des plafonds absolus au-dessus desquels il semble, dans l'état actuel de nos connaissances, exister un danger marqué d'effectuer les assemblages par soudure.

1. Teneur en carbone : Maximum 0,18 % pour l'acier Thomas; 0,20 % pour l'acier Martin calmé.
2. Teneur en phosphore : Maximum : 0,08 %.
3. Teneur en soufre : Maximum : 0,06 %.
4. Teneur en phosphore + soufre : Maximum : 0,13 %.
5. Teneur en silicium : Maximum : 0,25 %.
6. Teneur en manganèse : Maximum : 1,5 % pour le Martin; 1,2 % pour le Thomas.

Les chiffres ci-dessus correspondent toujours à la teneur moyenne relevée sur des produits fabriqués.

B. Texture

Les aciers pour construction soudée doivent être exempts de défauts macrographiques graves et notamment les doublures ne sont absolument pas admissibles en construction soudée. Elles peuvent être décelées par macrographie, découpage au chalumeau ou à la cisaille.

En outre, la macrographie sera exigée pour les tôles et larges plats en acier calmé à titre de contrôle de calmage et de la nature du matériau.

De façon à rendre cet essai macrographique objectif, et soumis aussi peu que possible à l'appréciation personnelle du réceptionnaire, un album de macrographies a été préparé, déterminant pour six catégories de produits (tôles de forte épaisseur, tôles de faible épaisseur, larges plats de forte épaisseur, larges plats d'épaisseur moyenne, larges plats de faible épaisseur), des exemples de macrographies considérées comme : très bonne, bonne, acceptable, ou à refuser⁽¹⁾.

C. Propriétés mécaniques. Essais usuels⁽²⁾

La température d'exécution de ces essais doit être rigoureusement contrôlée. Les essais sont donc réalisés à une température de 15 à 20°.

⁽¹⁾ Voir *Album de macrographies pour la réception des tôles et larges plats en acier calmé*, édité par le Centre belgo-luxembourgeois d'Information de l'Acier, Bruxelles, 1945.

1. *Traction*. — La Commission a souhaité qu'on puisse imposer des essais en travers pour tous les produits sidérurgiques. En l'absence de documentation, ces essais n'ont pas été retenus, mais il a été demandé que des essais systématiques, ayant un caractère indicatif, soient entrepris le plus tôt possible.

2. *Pliage*. — On a retenu le principe d'un essai de pliage après trempe. Cependant, en l'absence de documentation, cet essai n'est pas appliqué dès maintenant à toutes les nuances courantes en construction métallique.

3. *Tensions résiduelles*. — Le niveau des tensions résiduelles des produits métallurgiques est, sans aucun doute, un facteur important de leur soudabilité. Cette question mérite d'être approfondie dans un proche avenir, et permettra vraisemblablement d'améliorer les conditions d'exécution des constructions soudées.

D. Essais spéciaux.

Le choix d'essais spéciaux complémentaires, destinés à réceptionner les aciers pour constructions soudées est certainement, à l'heure actuelle, l'une des questions les plus délicates qui se soit posée à la Commission. En fait, jusqu'à présent, aucun cahier des charges n'a pris une position nette à ce sujet, et si, dans le domaine scientifique, on a proposé des essais de genres divers, il était difficile d'affirmer qu'aucun de ces essais ait devant lui une expérience très importante. La Commission a successivement passé en revue tous les genres d'essais appliqués à sa connaissance en Belgique et à l'étranger. Préoccupée surtout de faire face aux exigences provoquées d'une part par la nécessité d'absorber des fissures éventuelles, d'autre part, par la sollicitation triaxiale qui paraît inévitable en soudure, la Commission a finalement retenu les essais suivants⁽³⁾ :

1° *Essai de pliage d'un joint soudé*. — Cet essai est aujourd'hui classique et nous ne nous étendons pas sur ce sujet.

⁽²⁾ Les essais usuels ont été définis par les rapports suivants de l'Institut belge de Normalisation.

- Rapports n° 117.01 : Essai de traction;
117.02 : Essai de pliage;
117.03 : Essai de dureté;
117.04 : Essai de flexion;
117.05 : Essai macrographique Baumann.

⁽³⁾ Tous les essais retenus par la Commission font l'objet de la brochure : *Essais spéciaux pour les aciers soudables*, éditée par le Centre belgo-luxembourgeois d'Information de l'Acier en 1946 et comportant les projets de standards suivants : C. M. A. 117.51 essai de pliage d'un joint soudé; C. M. A. 117.52 essai de pliage d'une éprouvette comportant une rainure et une entaille; C. M. A. 117.53 essai de pliage d'une éprouvette comportant un cordon de soudure déposé dans une rainure longitudinale; C. M. A. 117.54 essai de pliage après trempe à l'eau; C. M. A. 117.55 essai de traction d'une éprouvette entaillée; C. M. A. 117.56 essai de traction d'une éprouvette comportant des cordons de soudure superficiels longitudinaux; C. M. A. 117.57 essai de vieillissement.



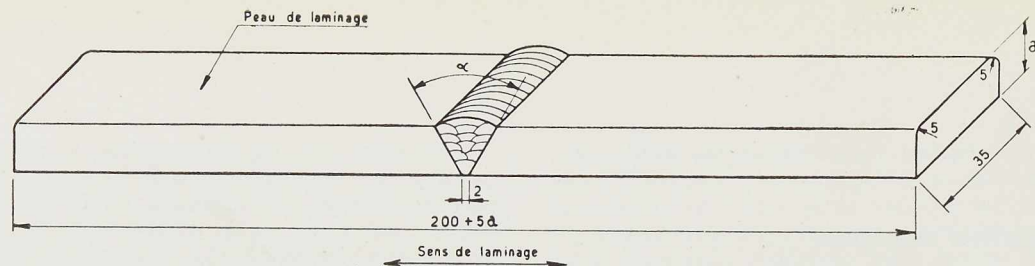


Fig. 58. Eprouvette de l'essai de pliage d'un joint soudé.

drons pas sur ses caractéristiques. On trouvera à la figure 58 les formes et les dimensions de l'éprouvette adoptée. Le diamètre du mandrin est égal à deux fois l'épaisseur. Aucune déchirure ne doit se produire jusqu'à l'angle de pliage prescrit.

On peut se demander si cet essai ne présente pas surtout de l'intérêt pour la réception des soudeurs et des électrodes.

2° *Essai de vieillissement.* — Cet essai consiste à comparer les résiliences à l'état de livraison et après vieillissement artificiel, celui-ci étant obtenu par un écrouissage suivi d'un réchauffage. Les éprouvettes adoptées sont des éprouvettes de résilience habituelle au nombre de trois pour chaque essai. L'écrouissage peut être réalisé par traction ou par compression. L'allongement rémanent des éprouvettes vieilles par traction est de 5 %. Les éprouvettes sont ensuite maintenues à la température de 250° C pendant 30 minutes.

3° La Commission a décidé d'adopter des *essais globaux* et notamment les essais de traction sur éprouvettes entaillées ou sur éprouvettes comportant des cordons de soudure superficiels longitudinaux préconisés par le Professeur Campus, et qui ont fait l'objet, dans les Laboratoires de l'Université de Liège, d'une série de travaux importante, donnant déjà à leur sujet une documentation considérable. L'expérience a montré que l'essai avec entaille convient aux aciers de nuances douces, tandis que l'essai avec cordons superficiels convient aux aciers de nuances dures. Les éprouvettes adoptées sont représentées aux figures 59 et 60. Ces essais présentent la difficulté de ne pas donner un test chiffrable, et, par conséquent, de laisser à la réception, un certain caractère subjectif. Il a été décidé de noter, à titre indicatif, la

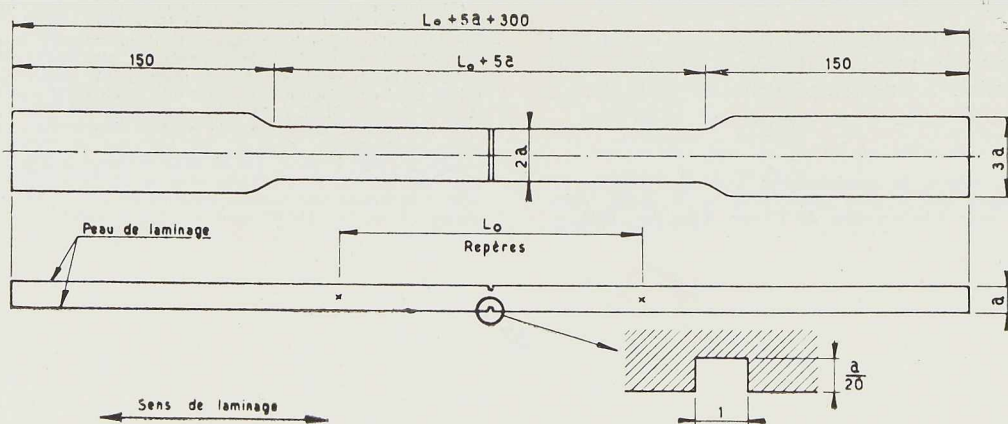
limite apparente d'élasticité, la charge de rupture et d'allongement en % après rupture. D'autre part, on considère comme significatif l'aspect de la cassure et la manière dont se propage la fissure dans le métal de base lorsqu'il s'agit des éprouvettes à cordons de soudure superficiels, ou dans l'éprouvette lorsqu'il s'agit des éprouvettes à entaille, dans ce dernier cas, la fissure étant généralement amorcée à partir de l'une ou l'autre des entailles. Enfin, pour faciliter l'objectivité de la réception, la description des essais est complétée par des exemples photographiques des résultats d'essais bons ou mauvais. Nous en donnons aux figures 61 à 68.

C'est dans le même esprit que la Commission a décidé de retenir l'essai de pliage d'une éprouvette comportant un cordon de soudure déposé dans une rainure longitudinale préconisée par Kommerell, ou l'essai de pliage d'une éprouvette comportant une rainure et une entaille, préconisée par Hautmann. Ces éprouvettes sont reprises aux figures 69 et 70. L'appréciation des résultats dépend essentiellement de l'aspect de la cassure et de la manière dont l'entaille s'est propagée dans l'éprouvette. Les réceptionnaires disposent ici aussi d'exemples photographiques leur permettant un jugement plus objectif.

Les autres essais spéciaux de soudabilité n'ont pas été retenus. Notamment les essais anglais de Swinden et Reeve, où les pièces à souder sont rigidement encastrées, paraissent présenter surtout un intérêt pour l'étude des aciers spéciaux.

De même les travaux considérables entrepris par le professeur Doan de la Lehigh University à Bethlehem aux Etats-Unis et qui sont appuyés sur l'essai Jominy (essai méthodique de trempe) don-

Fig. 59. Eprouvette entaillée pour essai de traction.



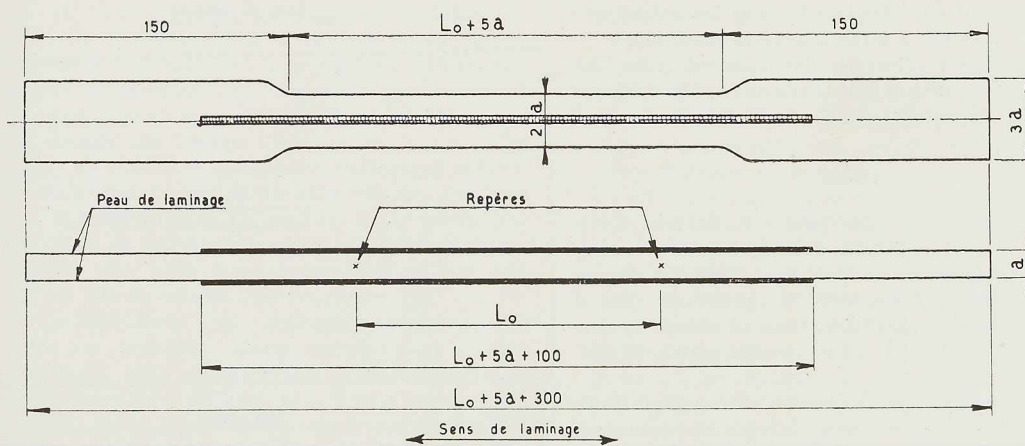


Fig. 60. Epreuve pour essai de traction comportant des cordons de soudure superficiels longitudinaux.

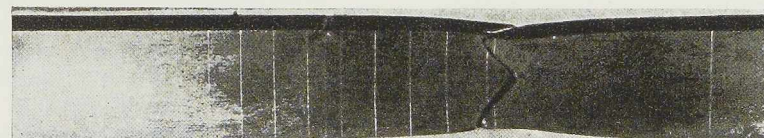
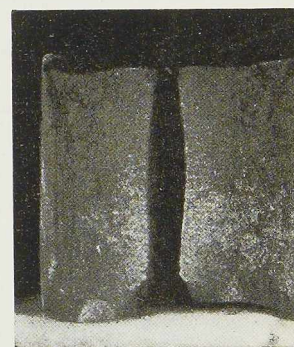
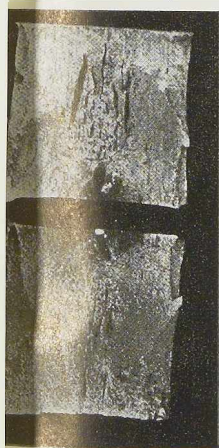


Fig. 61 à 64. Résultats bons.

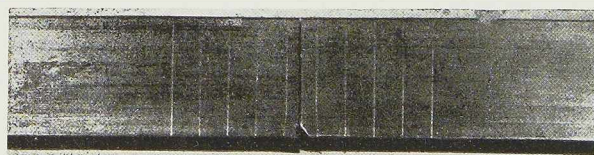
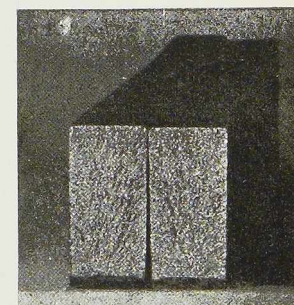
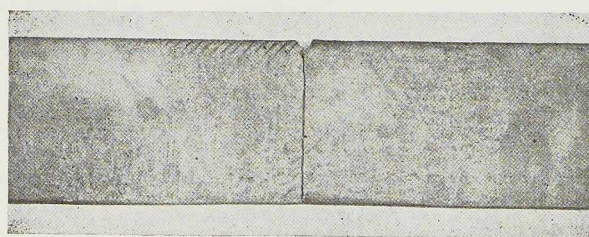
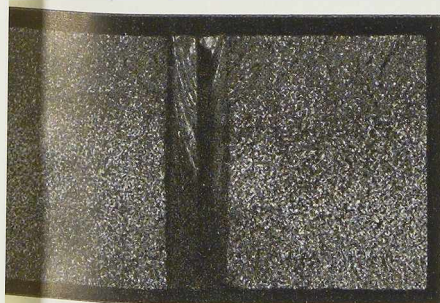


Fig. 65 à 68. Résultats mauvais.

Fig. 61 à 68. Echelle d'appréciation des résultats de l'essai de traction d'une éprouvette entaillée.

ment des résultats importants pour les aciers spéciaux et les aciers à forte teneur en carbone.

Le problème à résoudre était à la fois plus modeste et plus délicat : il s'adresse exclusivement aux aciers de construction de charpente.

*
**

Ces conclusions techniques ont permis d'établir un *nouveau cahier des charges des aciers* mis à la disposition de la construction (1). Ce cahier des charges a un caractère provisoire, car il est trop tôt pour prendre dans ce domaine une position définitive : il s'inspire des principes suivants :

1° L'acier ordinaire de nuance douce produit en Belgique et au Luxembourg s'adapte aux exigences même les plus sévères de la construction rivée. Cette affirmation a été rendue encore plus évidente par les études détaillées faites sur les ponts détruits par explosion, notamment en 1940 et en 1944 en Belgique (2).

Le même acier supporte sans difficulté la sou-

(1) L'Institut belge de Normalisation a mis au point un système clair et simple pour la désignation abrégée des aciers. Cette désignation diffère suivant qu'il s'agit :

α) D'aciers dont la définition se base spécialement sur les caractéristiques *mécaniques*.

Dans ce cas, le symbole comporte :
1° Une lettre capitale définissant l'usage de l'acier.
A — Aciers d'usage général pour charpentes et constructions rivées et soudées.

B — Aciers de construction mécanique.

D — Aciers pour les chaudières et appareils soumis à pression, etc.;

2° Un nombre de deux chiffres donnant en kg/mm² la charge spécifique de rupture à la traction ;

3° Eventuellement, une lettre minuscule définissant la teneur en soufre et phosphore. Cette lettre n'est normalement pas appliquée aux aciers d'usage général pour charpentes et constructions rivées ;

4° Eventuellement, une double lettre capitale définissant l'aptitude de soudabilité :

SC : soudabilité courante ;

HS : haute soudabilité.

Ex. : A 37, A 42, A 52 HS, A 37 SC, etc.

β) D'aciers dont la définition se base spécialement sur les caractéristiques *chimiques*.

Dans ce cas, le symbole comporte :

a) Pour les aciers au carbone :

1° La lettre majuscule C ;

2° Un nombre de deux chiffres indiquant la teneur moyenne en carbone en centièmes de % ;

3° Eventuellement, une lettre minuscule indiquant les teneurs maxima en phosphore et soufre ;

4° Eventuellement, une lettre majuscule caractérisant le traitement thermique subi ;

5° S'il y a lieu, la lettre majuscule E simple ou dédoublée pour indiquer un grain gros ou fin ;

b) Pour les aciers alliés :

1° Le ou les symboles chimiques de ou des éléments d'alliages dominants, classés dans l'ordre de leur teneur décroissante ;

2° Un nombre de trois chiffres, indiquant le premier la teneur moyenne en carbone en dixièmes de %, les deux autres, la teneur moyenne de l'élément allié dominant en dixièmes de % ;

3° Eventuellement, une lettre minuscule indiquant les teneurs maxima en phosphore et soufre ;

4° Eventuellement, une lettre majuscule caractérisant le traitement subi ;

5° S'il y a lieu, la lettre majuscule E simple ou dédoublée pour indiquer un grain gros ou fin,

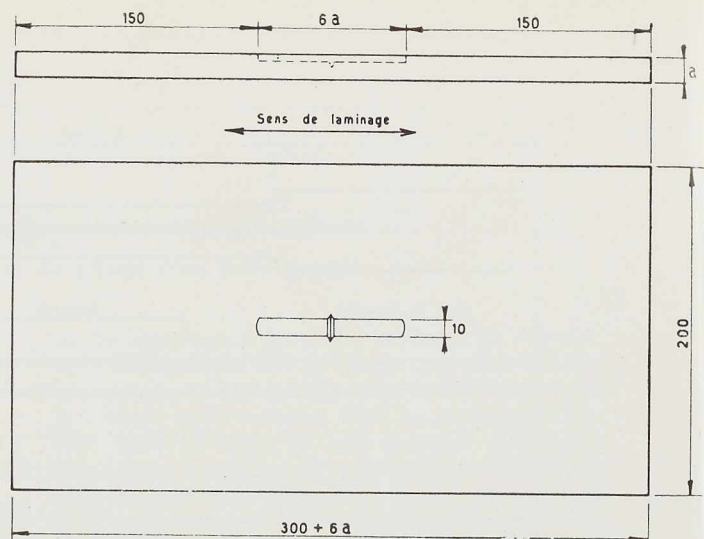


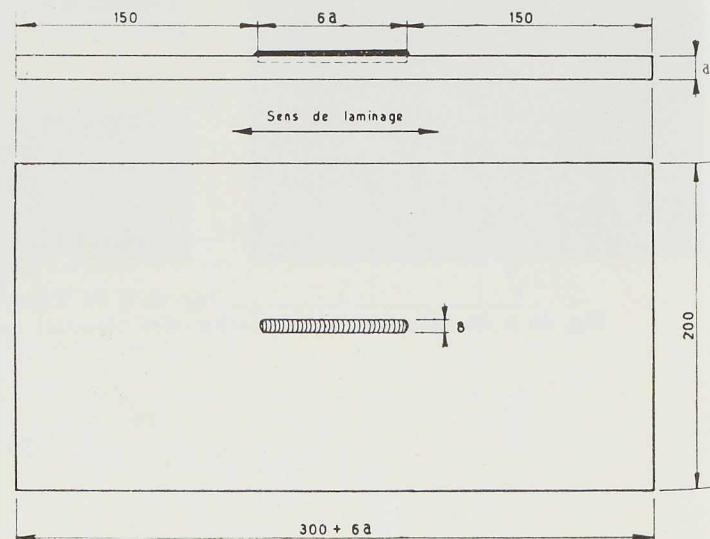
Fig. 69. Eprouvette pour essai de pliage comportant une rainure et une entaille.

dures lorsque celle-ci a un caractère simple. Nous n'avons pas connaissance d'un accident lors de réalisations par soudure de construction de bâtiments, de charpentes industrielles, enfin de toutes constructions relativement simples et légères ;

2° Pour les constructions où la soudure est employée d'une façon systématique, mais qui ne présentent pas de difficultés constructives exceptionnelles, ni de concentration de tension anormale, qui ne mettent pas en œuvre des éléments d'épaisseurs telles que des efforts tri-axés impor-

(2) Voir notamment le rapport de M. C.-F.-R. LEMAIRE, « Destruction des ponts-rails métalliques pendant la guerre », dans *L'Ossature Métallique*, n° 5/6-1945 ainsi que le compte rendu de la conférence faite par M. SERVAIS, à la Société royale belge des Ingénieurs et Industriels, le 3 janvier 1945, parue dans la Note d'information n° 2-1945 du Centre belgo-luxembourgeois d'Information de l'Acier, sur les Résultats d'essais des matières provenant des ponts détruits à la dynamite.

Fig. 70. Eprouvette pour essai de pliage comportant un cordon de soudure déposé dans une rainure longitudinale.



tants puissent prendre naissance en certains endroits du matériau, l'acier ordinaire, de *bonne fabrication* convient. On a cependant admis, par mesure de sécurité, de s'assurer que cet acier avait une teneur en carbone tellement basse que tout danger de trempe était exclu et avait des teneurs en soufre et phosphore réellement contrôlées, garantissant une fabrication réussie. On peut donc appliquer dans ce cas un acier ordinaire, mais dont la fabrication a été plus étroitement contrôlée que pour les constructions rivées. Cet acier est dit de soudabilité courante, SC.

3° Le problème est différent lorsqu'on se trouve en présence d'une construction soudée importante, telle qu'un grand pont, un ouvrage d'art hautement sollicité, ou d'une façon plus générale, toute construction où il est impossible d'éviter certaines concentrations d'efforts, d'éviter l'emploi d'éléments de grande épaisseur, d'éviter les sollicitations tri-axées.

Dans ce cas, l'acier doit résister avec certitude aux nouvelles sollicitations qui lui seront immanquablement imposées. Les spécialistes ont admis qu'un acier répondait à cette exigence, quand il est capable d'amortir des fissures et qu'il résiste bien au vieillissement. Dans leur esprit, les aciers calmés, quel que soit leur mode d'élaboration, peuvent satisfaire à ces exigences.

Ainsi est née la notion d'un acier présentant la même caractéristique mécanique qu'un acier ordinaire, mais dont on contrôlerait le calmage, la susceptibilité au vieillissement, et la susceptibilité à l'entaille. Un acier répondant à ces conditions est dit de haute soudabilité, H. S.

Ces conclusions techniques ont été posées dès 1943, et furent soumises à l'Association belge de Standardisation (A. B. S.) transformée depuis lors en Institut belge de Normalisation. Elles ont conduit à l'établissement de feuilles de qualité pour les aciers d'usage général pour construction de charpente. Chaque feuille comprend une feuille normale conforme dans son esprit et dans sa rédaction aux feuilles préparées avant la guerre par l'Association internationale de Standardisation. Il s'agit en l'espèce des feuilles :

- 152.11 : Barres laminées et profilés;
- 153.11 : Larges plats;
- 154.11 : Tôles fortes;
- 154.12 : Tôles moyennes.

éditées par l'Institut belge de Normalisation (I. B. N.), et que nous reproduisons à titre indicatif ci-après.

En outre, chacune de ces feuilles est complétée par une feuille *bis* donnant les conditions de soudabilité des aciers correspondants :

- 152.11bis : Barres laminées et profilés;

- 153.11bis : Larges plats;
- 154.11bis : Tôles fortes;
- 154.12bis : Tôles moyennes.

Ces feuilles sont reproduites ci-après aux pages 46 et 47. Elles sont complétées par une annexe page 48, précisant les conditions d'emploi des aciers d'usage général pour constructions soudées à l'arc électrique. Cette annexe est fondamentale; elle souligne le rôle du constructeur dans la construction soudée : elle fait partie intégrante de la feuille de qualité.

Les spécifications de soudabilité ont évidemment un caractère transitoire justifié par le fait qu'elles constituent une innovation réelle. C'est pourquoi ces feuilles de soudabilité sont éditées par la Commission mixte des Aciers. Leur application systématique permettra s'il y a lieu de les perfectionner et de leur donner prochainement un caractère définitif.

Conclusions

Les documents que nous reproduisons ci-après ne peuvent être considérés comme un aboutissement définitif, mais nous croyons qu'ils donnent une première solution du problème de la soudabilité des aciers de construction de charpente, solution qui a l'avantage d'être établie sur des bases scientifiques sérieuses et d'avoir un caractère pratique.

Nous voudrions attirer l'attention sur le fait que les nuances proposées permettent à chaque constructeur, en fonction des difficultés constructives de l'ouvrage qu'il doit construire, de la compétence de ses services d'étude, de l'expérience de ses soudeurs, de son expérience dans le domaine du montage, de choisir dans chaque cas une nuance d'acier qui lui donne un coefficient de sécurité satisfaisant sans grever inutilement son prix de revient.

Dans la plupart des cas, les constructeurs expérimentés n'hésiteront pas à mettre en œuvre des aciers ordinaires ou des aciers de soudabilité courante, car l'expérience a montré que ces aciers répondent parfaitement aux exigences d'une construction soudée bien conçue, ne présentant pas de grandes difficultés techniques et ne mettant pas en œuvre des sollicitations importantes et par conséquent, de pièces de grande épaisseur. Ce cas, ne le perdons pas de vue, représente la majeure partie des constructions soudées réalisées.

Pour résoudre les autres problèmes qui sont exceptionnels, où les difficultés constructives, l'importance des efforts sont grandes, les constructeurs disposent de nuances d'acier de haute soudabilité bien définies qui leur permettent de faire face au problème.

R. A. N.



BARRES LAMINEES ET PROFILES

I. B. N.

Norme de qualité commune aux barres laminées et profilés en acier d'usage général pour charpentes et constructions rivées ou soudées (*)

152.11

Groupe	Designation abrégée	Caractéristiques mécaniques à l'état de livraison, dans le sens de laminage									Observations
		R	Re minimum		A' min. (1)	A'' min. (1)	Coefficient de qualité R+2,5A' ou R+2,2A'' minimum (1)	Simple pliage à froid			
			a ≤ 16	a > 16				Epaisseur de la cale		α	
		kg/mm ²	kg/mm ²	kg/mm ²	%	%		a ≤ 20	a > 20		
Acier de qualité courante	A 00	max. 47	—	—	—	—	—	—	—	—	(voir remarque 2)
Aciers normaux	A 34	34-42	22	20	27	31	105	0	0,5a	180°	soudable à la forge
	A 37	37-45	24	22	23	26	100	0,5a	a	180°	soudable (voir feuille 152.11 bis de la Commission Mixte des Aciers)
	A 42	42-50	26	24	21	24	100	a	2a	180°	soudable (voir feuille 152.11 bis de la C. M. A.)
	A 50	50-60	29	27	18	20	100	3a	4a	180°	
Aciers à haute limite élastique	A 45 HS	45-55	30	28	—	—	102	2a	3a	180°	fourni uniquem. en qualité haute soudabilité (voir feuille 152.11 bis de la C. M. A.)
	52	52-62	6	34	—	—	105	2a	3a	180°	conditions de soudabilité (voir feuille 152.11 bis de la C. M. A.)

Notations : R : Charge spécifique de rupture
Re : Limite apparente d'élasticité
a : Epaisseur du produit, en mm.

A' : Allongement sur éprouvette k=8,16
A'' : Allongement sur éprouvette k=5,65
α : Angle de pliage

(1) L'utilisateur a la faculté de choisir l'une ou l'autre des prescriptions indiquées aux colonnes relatives aux allongements d'une part, aux coefficients de qualité, d'autre part, mais ne peut les imposer simultanément.

(*) Les aciers d'usage général pour les charpentes et constructions soudées à l'arc électrique doivent en outre satisfaire à la norme particulière provisoire C. M. A., feuille 152.11bis.

Remarques.

1. Pour les épaisseurs inférieures à 5 mm, l'allongement et, par conséquent, les valeurs indiquées pour le coefficient de qualité ne sont pas garanties.

Pour les épaisseurs supérieures à 30 mm, il y a lieu de prendre des arrangements spéciaux en ce qui concerne les valeurs minima de la limite élastique, de l'allongement et du coefficient de qualité.

2. L'acier de qualité courante « A 00 » ne peut pas être rouverin. Il doit être ductile à froid, c'est-à-dire que les produits doivent supporter le pliage à 90° sur un mandrin de diamètre égal à quatre fois l'épaisseur. On peut admettre que cet acier présente une limite élastique apparente d'environ 22 kg/mm² pour les épaisseurs inférieures et égales à 16 mm et environ 20 kg/mm² pour les épaisseurs supérieures à 16 mm.

Les barres laminées de diamètre (ou de côté) inférieur à 50 mm et les profilés des programmes normaux de fabrication peuvent être livrés en acier de qualité courante « A 00 ».

3. Sauf spécification spéciale de l'acheteur, le procédé de fabrication est laissé au choix du producteur.

Pour l'acier de qualité courante « A 00 », le procédé de fabrication ne peut jamais être prescrit.

Pour les marques autres que « A 00 », le producteur doit communiquer le procédé de fabrication sur demande de l'acheteur.

Sur demande spéciale de l'acheteur, on peut ajouter 0,25 % min. de Cu aux aciers pour les protéger de la corrosion atmosphérique.

LARGES PLATS

Norme de qualité commune aux larges plats en acier d'usage général pour charpentes et constructions rivées ou soudées (*)

I. B. N.

153.11

Groupe	Designation abrégée	Caractéristiques mécaniques à l'état de livraison, dans le sens de laminage										Observations		
		R kg/mm ²	Re minimum kg/mm		A' minimum %		A'' minimum %		Coefficient de qual. R+2,5A' ou R+2,2A'' minimum (1)		Simple pliage à froid Ep. de la cale α			
			a ≤ 16	a > 16	a ≤ 16	a > 16	a ≤ 16	a > 16	a ≤ 16	a > 16	a ≤ 20		a > 20	
Acier de qualité courante	A 00	max. 47	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(voir remarque 2)
Aciers normaux	A 34	34—42	22	20	25	23	28	26	105	102	0	0,5 a	180°	soudable à la forge
	A 37	37—45	24	22	23	21	26	24	100	98	0,5 a	a	180°	soudable (voir feuille 153.11 bis de la Commission Mixte des Aciers)
	A 42	42—50	26	24	20	18	23	20	100	98	a	2 a	180°	soudable (voir feuille 153.11 bis de C.M.A.)
	A 50	50—60	29	27	18	16	20	18	100	98	3 a	4 a	180°	
Aciers à haute limite élastique	A 45 HS	45—55	30	28	—	—	—	—	102	100	2 a	3 a	180°	fourni uniquement en qualité haute soudabilité (voir feuille 153.11 bis de la C. M. A.)
	A 52	52—62	36	34	—	—	—	—	105	103	2 a	3 a	180°	cond. de soudabilité (v. f. 153.11 bis de la C. M. A.)

Notations : R : Charge spécifique de rupture A' : Allongement sur éprouvette k=8,16
 Re : Limite apparente d'élasticité A'' : Allongement sur éprouvette k=5,65.
 a : Epaisseur du produit en mm. α : Angle de pliage.

(1) L'utilisateur a la faculté de choisir l'une ou l'autre des prescriptions indiquées aux colonnes relatives aux allongements d'une part, aux coefficients de qualité d'autre part, mais ne peut les imposer simultanément

(*) Les aciers d'usage général pour les charpentes et constructions soudées à l'arc électrique doivent en outre satisfaire à la norme particulière provisoire C. M. A., feuille 153.11bis.

Remarques.

1. Pour les épaisseurs supérieures à 30 mm, il y a lieu de prendre des arrangements spéciaux en ce qui concerne les valeurs minima de la limite élastique, de l'allongement et du coefficient de qualité.

2. L'acier de qualité courante « A 00 » ne peut pas être rouverin. Il doit être ductile à froid, c'est-à-dire que les produits doivent supporter le pliage à 90° sur un mandrin de diamètre égal à quatre fois l'épaisseur. On peut admettre que cet acier présente une limite élastique apparente d'environ 22 kg/mm² pour les épaisseurs inférieures et égales à 16 mm et environ 20 kg/mm² pour les épaisseurs de 16 à 22 mm.

Les tôles peuvent être fournies en acier de qualité courante « A 00 » jusqu'à 22 mm d'épaisseur.

3. Sauf spécification spéciale de l'acheteur, le procédé de fabrication est laissé au choix du producteur.

Pour l'acier de qualité courante « A 00 », le procédé de fabrication ne peut jamais être prescrit.

Pour les marques autres que « A 00 », le producteur doit communiquer le procédé de fabrication sur demande de l'acheteur.

Sur demande spéciale de l'acheteur, on peut ajouter 0,25 % min. de Cu aux aciers pour les protéger de la corrosion atmosphérique.

TOLES FORTES

Norme de qualité commune aux tôles fortes (d'épaisseur égale ou supérieure à 4,76 mm) en acier d'usage général pour charpentes et constructions rivées ou soudées (*)

I. B. N.

154.11

Groupe	Designation abrégée	Caractéristiques mécaniques à l'état de livraison, dans le sens perpendiculaire au laminage													Observations	
		R	Re minimum kg/mm ²		A' minimum %		A'' minimum %		Coefficient de qualité R+2,5A' ou R+2,2A'' minimum (1)		Simple pliage à froid		α			
			kg/mm ²	a ≤ 16	a > 16	a ≤ 8	a > 8	a ≤ 8	a > 8	a ≤ 16	a > 16	a ≤ 8		a > 8		a ≤ 16
Acier de qualité courante	A 00	max 47	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(voir remarque 2)
Aciers normaux	A 34	34-42	22	20	23	24	22	26	27	25	92	94	95	0,5a	180°	soudable à la forge
	A 37	37-45	24	22	21	22	20	24	25	23	92	94	94	a	180°	soudable (voir feuille 154.11 bis de Commission Mixte des Aciers)
	A 42	42-50	26	24	19	20	18	22	23	20	90	92	92	2 a	180°	soudable (voir feuille 154.11 bis de la C. M. A.)
	A 50	50-60	29	27	16	17	16	18	19	18	90	92	92	4 a	135°	
	A 60	60-70	32	30	12	13	12	14	15	14	90	92	92	4 a	90°	
Aciers à haute limite élastique	A 45 HS	45-55	30	28	—	—	—	—	—	—	96	96	94	2 a	180°	fourni uniquement en qualité haute soudabilité (voir feuille 154.11 bis de la C. M. A.)
	A 52	52-62	36	34	—	—	—	—	—	—	98	98	96	3 a	180°	conditions de soudabilité (voir feuille 154.11 bis de la C. M. A.)

Notations : R : Charge spécifique de rupture
Re : Limite apparente d'élasticité
a : Epaisseur du produit en mm.

A' : Allongement sur éprouvette k=8,16
A'' : Allongement sur éprouvette k=5,65.
α : Angle de pliage.

(1) L'utilisateur a la faculté de choisir l'une ou l'autre des prescriptions indiquées aux colonnes relatives aux allongements d'une part, aux coefficients de qualité d'autre part, mais ne peut les imposer simultanément.

(*) Les aciers d'usage général pour les charpentes et constructions soudées à l'arc électrique doivent en outre satisfaire à la norme particulière provisoire C. M. A., feuille 154.11bis.

Remarques.

1. Pour les épaisseurs supérieures à 30 mm, il y a lieu de prendre des arrangements spéciaux en ce qui concerne les valeurs minima de la limite élastique, de l'allongement et du coefficient de qualité.

2. L'acier de qualité courante « A 00 » ne peut pas être rouverin. Il doit être ductile à froid, c'est-à-dire que les produits doivent supporter le pliage à 90° sur un mandrin de diamètre égal à quatre fois l'épaisseur. On peut admettre que cet acier présente une limite élastique apparente d'environ 22 kg/mm² pour les épaisseurs inférieures et égales à 16 mm et environ 20 kg/mm² pour les épaisseurs de 16 à 22 mm.

Les larges plats peuvent être fournis en acier de qualité courante « A 00 » jusqu'à 22 mm d'épaisseur.

3. Sauf spécification spéciale de l'acheteur, le procédé de fabrication est laissé au choix du producteur.

Pour l'acier de qualité courante « A 00 », le procédé de fabrication ne peut jamais être prescrit.

Pour les marques autres que « A 00 », le producteur doit communiquer le procédé de fabrication sur demande de l'acheteur.

Sur demande spéciale de l'acheteur, on peut ajouter 0,25 % min. de Cu aux aciers pour les protéger de la corrosion atmosphérique.

TOLES MOYENNES

Norme de qualité commune aux tôles moyennes (d'épaisseur de 3 à 4,75 mm) en acier d'usage général pour charpentes et constructions rivées ou soudées (*)

I. B. N.

154.12

Groupe	Désignation abrégée	Caractéristiques mécaniques dans le sens perpendiculaire au laminage							Observations
		sur éprouvettes normalisées					à l'état de livraison		
		R	R _e min.	A' min.	A'' min.	Coefficient de qualité R+2,5 A' ou R+2,2 A'' minimum (1)	Simple pliage à froid	α	
	kg/mm ²	kg/mm ²	% (1)	% (1)					
Acier de qualité courante	A 00	max. 47	—	—	—	—	—	—	(voir remarque 2)
Aciers normaux	A 34	34—42	22	25	28	97	0	180°	soudable à la forge
	A 37	37—45	24	23	26	95	0	180°	soudable (voir feuille 154.12 bis de la Commission Mixte des Aciers)
	A 42	42—50	26	21	21	95	1,5 a	180°	soudable (voir f. 154.12 bis de la C.M.A.)
	A 50	50—60	29	17	19	93	3 a	180°	
	A 60	60—70	32	14	16	93	4 a	180°	
Aciers à haute limite élastique	A 45 HS	45—55	30	—	—	98	2 a	180°	fourni uniquement en qualité haute soudabilité (voir f. 154.12 bis de la C.M.A.)
	A 52	52—62	36	—	—	100	3 a	180°	Conditions de soudabilité (voir feuille 154.12 bis de la C.M.A.)

Notations : R : Charge spécifique de rupture
 Re : Limite apparente d'élasticité
 a : Epaisseur du produit en mm.

A' : Allongement sur éprouvette k=8,16
 A'' : Allongement sur éprouvette k=5,65.
 α : Angle de pliage.

(1) L'utilisateur a la faculté de choisir l'une ou l'autre des prescriptions indiquées aux colonnes relatives aux allongements d'une part, aux coefficients de qualité d'autre part, mais ne peut les imposer simultanément.

(*) Les aciers d'usage général pour les charpentes et constructions soudées à l'arc électrique doivent en outre satisfaire à la norme particulière provisoire C. M. A., feuille 154.12bis

Remarques.

- Les tôles moyennes peuvent être livrées sous deux états :
 - Tôles livrées à l'état brut de laminage. Dans ce cas, on se contente à la réception de l'essai de pliage selon les valeurs indiquées au tableau;
 - Tôles normalisées. Ces tôles répondent à tous les essais de la présente norme de qualité.
- L'acier de qualité courante « A 00 » ne peut pas être rouverin. Il doit être ductile à froid, c'est-à-dire que les produits doivent supporter le pliage à 90° sur un mandrin de diamètre égal à quatre fois l'épaisseur. On peut admettre que cet acier présente une limite élastique apparente d'environ 22 kg/mm².
- Sauf spécification spéciale de l'acheteur, le procédé de fabrication est laissé au choix du producteur.

Pour l'acier de qualité courante « A 00 », le procédé de fabrication ne peut jamais être prescrit.

Pour les marques autres que « A 00 », le producteur doit communiquer le procédé de fabrication sur demande de l'acheteur.

Sur demande spéciale de l'acheteur, on peut ajouter 0,25 % min. de Cu aux aciers pour les protéger de la corrosion atmosphérique.

RÉFÉRENCE :
COMMISSION
TECHNIQUE
DES ACIERS
POUR
CONSTRUCTION
SOUDÉE

BARRES LAMINEES ET PROFILES LARGES PLATS TOLES FORTES

Norme de qualité particulière aux aciers d'usage général
pour charpentes et constructions soudées à l'arc électrique

C. M. A.
152.11 bis
153.11 bis
154.11 bis

Dési- gnation abrégée	Caractéristiques mécaniques dans le sens du laminage								Caractéristiques chimiques						Autres essais et prescriptions
	Pliage après trempe				Pliage du joint soudé				Teneurs maxima						
	Temp. de trempe	Epaisseur de la cale		α	Epaisseur de la cale	α	K_v min. kgm /cm	$\frac{K_v}{K_l}$ min.	C	P	S	P+S	Si	Mn	
		$a \leq 20$	$a > 20$												
A 37 SC	925°	1,5 a	2 a	180°	2 a	180°	—	—	0,13	0,08	0,06	0,13	—	—	—
A 37 HS	925°	1,5 a	2 a	180°	2 a	180°	6	0,6	0,15	0,06	0,06	0,11	0,20	—	A—C—D—E
A 42 SC		à l'étude			2 a	180°	—	—	—	0,06	0,06	0,11	0,20	0,70	B
A 42 HS		» »			2 a	180°	5	0,6	0,20	0,06	0,06	0,11	0,20	—	B—C—D
A 45 HS		à l'étude			2 a	180°	4	0,6	0,18	0,06	0,06	0,11	0,25	1,20	B—C—D
A 52 HS		à l'étude			2 a	120°	4	0,6	0,20	0,05	0,05	0,09	0,25	1,50	B—C—D—F

Notations : K_v : Résilience du métal vieilli.

K_l : Résilience du métal à l'état de livraison.

a : Epaisseur du produit, en mm.

A = Pliage en long d'éprouvettes défoncées et entaillées, ou traction en long d'éprouvettes entaillées; prévus seulement lorsque l'épaisseur du produit est égale ou supérieure à 18 mm.

E = Pliage ou traction en long avec cordon(s) superficiel(s) de soudure; prévus seulement lorsque l'épaisseur du produit est égale ou supérieure à 18 mm.

C = macrographie (pour l'appréciation, se rapporter à l'Album de macrographie de la C.M.A. — édition 1945).

D = normalisation imposée pour les produits d'épaisseur supérieure à 25 mm.

E = caractéristiques chimiques complétées par : $C + P + S \leq 0,24$ %

F = caractéristiques chimiques complétées par $\left\{ \begin{array}{l} \text{Cu : } 0,25 \text{ \% minimum.} \\ \text{Cr : } 0,40 \text{ \% environ, éventuellement.} \end{array} \right.$

Remarque générale.

La garantie de soudabilité peut être exigée suivant les nuances, soit en degré SC (soudabilité courante), soit en degré HS (haute soudabilité).

Les nuances du degré SC ne sont utilisables en construction soudée qu'en deçà d'une certaine limite d'épaisseur et avec toutes les réserves formulées à l'annexe quant à la conception et à l'exécution des ouvrages soudés; cette limite peut atteindre 20 à 25 mm selon les difficultés constructives.

Les nuances du degré HS sont utilisables en construction soudée sans limite théorique d'épaisseur, mais avec toutes les réserves formulées à l'annexe quant à la conception et l'exécution des ouvrages soudés.

Aciers A 37 et A 42. La soudabilité de ces aciers n'est garantie que lorsqu'ils sont commandés pour répondre en outre aux prescriptions du tableau ci-dessus. Ces aciers sont alors désignés par les appellations A 37 SC ou A 37 HS, A 42 SC ou A 42 HS.

Acier A 45 HS. Cet acier n'est élaboré qu'en nuance HS répondant aux prescriptions du tableau ci-dessus.

Acier A 52. Cet acier n'est pas normalement soudable. Sa haute soudabilité n'est garantie que lorsqu'il est commandé pour répondre en outre aux prescriptions du tableau ci-dessus. Cet acier est alors désigné par l'appellation A 52 HS.

RÉFÉRENCE :

COMMISSION
TECHNIQUE
DES ACIERS
POUR
CONSTRUCTION
SOUDÉE

TOLES MOYENNES

Norme de qualité particulière aux tôles moyennes (de 3 à 4,75 mm d'épaisseur) en acier d'usage général pour charpentes et constructions soudées à l'arc électrique

C. M. A.

154.12 bis

Dési- gnation abrégée	Caractéristiques mécaniques dans le sens du laminage					Caractéristiques chimiques						Autres essais et prescriptions.
	Pliage après trempe			Pliage du joint soudé		Teneurs maxima						
	Temp. de trempe	Epaisseur de la cale	α	Epaisseur de la cale	α	C	P	S	P+S	Si	Mn	
					%	%	%	%	%	%		
A 37 SC	925°	1,5 a	180°	2 a	180°	0,13	0,08	0,06	0,13	—	—	—
A 37 HS	925°	1,5 a	180°	2 a	180°	0,15	0,06	0,06	0,11	0,20	—	A — B
A 42 SC	à l'étude			2 a	180°	—	0,06	0,06	0,11	0,20	0,70	—
A 42 HS	» »			2 a	180°	0,20	0,06	0,06	0,11	0,20	—	A
A 45 HS	à l'étude			2 a	180°	0,18	0,06	0,06	0,11	0,25	1,20	A
A 52 HS	à l'étude			2 a	120°	0,20	0,05	0,05	0,09	0,25	1,50	A — C

A = macrographie (Pour l'appréciation, se rapporter à l'Album de macrographie de la C. M. A. édition 1945).
 B = Les caractéristiques chimiques sont complétées par : $C + P + S \leq 0,24 \%$.
 C = Les caractéristiques chimiques sont complétées par $\left\{ \begin{array}{l} \text{Cu : } 0,25 \% \text{ minimum.} \\ \text{Cr : } 0,40 \% \text{ environ, éventuellement.} \end{array} \right.$

Remarque générale.

La garantie de soudabilité peut être exigée suivant les nuances, soit en degré SC (soudabilité courante), soit en degré HS (haute soudabilité).

Les tôles moyennes (SC ou HS) sont utilisables en constructions soudées, mais avec toutes les réserves formulées à l'annexe quant à la conception et à l'exécution des ouvrages soudés.

Aciers A 37 et A 42. La soudabilité de ces aciers n'est garantie que lorsqu'ils sont commandés pour répondre en outre aux prescriptions du tableau ci-dessus. Ces aciers sont alors désignés par les appellations A 37 SC ou A 37 HS, A 42 SC ou A 42 HS.

Acier A 45 HS. Cet acier n'est élaboré qu'en nuance HS qui répond aux prescriptions du tableau ci-dessus.

Acier A 52. Cet acier n'est pas normalement soudable. Sa haute soudabilité n'est garantie que lorsqu'il est commandé pour répondre également aux prescriptions du tableau ci-dessus. Cet acier est alors désigné par l'appellation A 52 HS.

RÉFÉRENCE :

COMMISSION
TECHNIQUE
DES ACIERS
POUR
CONSTRUCTION
SOUDÉE

Remarques sur l'utilisation des aciers dans les constructions soudées à l'arc électrique

C. M. A.

Annexe aux normes de
qualité, particulières
aux aciers d'usage gé-
néral pour charpentes
et constructions sou-
dées à l'arc électrique.

A. Critères constructifs

Aucun des aciers pour constructions soudées n'est utilisable sans restrictions, l'utilisation devant se limiter, dans tous les cas et selon les nuances, à un certain degré de la difficulté constructive de soudure.

Pour certaines nuances, on peut admettre en première approximation, comme déterminant cette difficulté, l'épaisseur des éléments mis en œuvre.

Pour éviter toute fausse interprétation, il est cependant nécessaire de préciser que d'autres facteurs peuvent avoir autant d'importance, au point de vue de la difficulté constructive :

1^o Toute particularité de la conception ou de l'exécution, dans la mesure où cette particularité augmente l'importance des tensions résiduelles, c'est-à-dire notamment, outre l'épaisseur :

Le degré de raideur des éléments de la construction, considérés isolément ou dans leurs réactions mutuelles;

Les bridages;

Les intersections de soudure;

Les jonctions par soudure superflues;

Le fait d'utiliser des éléments contenant à l'avance des tensions résiduelles;

L'exécution des soudures sous contraintes;

Les surépaisseurs de soudure par rapport aux tracés;

L'exécution des soudures sans programme, ou dans un ordre non adéquat.

2^o Toute particularité de la conception ou de l'exécution, dans la mesure où cette particularité entraîne un état de tensions se rapprochant de l'état triple isotrope de traction, c'est-à-dire notamment, outre l'épaisseur :

L'intersection d'éléments sous tension de manière à constituer des régions de faible volume à sollicitations multiples;

Les entailles et défauts superficiels ou internes et, en particulier, tous les défauts classiques des soudures et surtout de leurs extrémités;

Les changements brusques de sections, aussi bien en largeur qu'en épaisseur;

Et, en général, toute particularité de forme entraînant une concentration locale des tensions;

Les accumulations de soudures;

Les intersections de soudures;

Les surépaisseurs de soudure par rapport aux tracés.

3^o Toute particularité de la conception ou de l'exécution dans la mesure où cette particularité entraîne une diminution de la qualité du métal, c'est-à-dire notamment, outre l'épaisseur :

Le cisailage, le poinçonnage et le mortaisage, les cintrages, redressages, martelages et autres travaux à froid;

L'utilisation de la construction aux basses températures;

L'exécution aux basses températures;

Les sollicitations par le travers ou suivant l'épaisseur;

Toute particularité du dessin ou de l'exécution pouvant entraîner des effets de trempes locaux.

Il y a lieu de préciser encore :

a) Que les épaisseurs-limites indiquées correspondent à un niveau moyen de l'ensemble des autres facteurs de la difficulté constructive;

b) Que, en l'absence d'indication au sujet de l'épaisseur limite, celle-ci est égale au maximum réalisable dans l'état actuel de la technique et compte tenu des autres facteurs;

c) Que, dans le choix du matériau pour un élément donné, l'épaisseur à considérer n'est pas celle de cet élément isolé, mais, en général, celle des divers composants de l'ensemble dont l'élément est partie intégrante.

B. Métal déposé (métal d'apport)

Les aciers définis comme soudables ne le sont qu'en liaison avec un métal déposé approprié. Le métal d'apport — sans préjuger des conditions qui seraient exigées de lui au point de vue de la construction — devra permettre la réussite des essais spéciaux de soudabilité imposés au métal de base.

CHRONIQUE

Le marché de l'acier pendant les mois d'octobre et novembre 1946

La production d'acier du mois d'octobre atteint des chiffres record, pour la période allant du mois d'avril 1940 à ce jour.

Il y a cependant de sérieuses craintes d'un recul de production pour les mois à venir. Si notre industrie avait déjà de très sérieuses difficultés d'approvisionnement en charbon, la récente grève américaine apporta une nouvelle et grave menace, car, si l'extraction du charbon national est en progression, ce n'est que par l'importation américaine que nous pouvons espérer voir combler le déficit dans la provenance de charbon gras de la Ruhr.

Aussi a-t-on été obligé de réduire, dans une certaine mesure, la production d'acier du mois de novembre.

L'approvisionnement en minerai est satisfaisant. Les contrats signés assurent l'entretien d'un certain volant, qu'une diminution très momentanée des arrivages suédois, compensés d'ailleurs par des fournitures plus fortes des minières françaises, ne modifie guère.

En octobre et novembre, les usines belges et luxembourgeoises ont produit:

	Production acier lingot en tonnes		
	Belgique	Luxembourg	Total
Octobre . .	229.487	135.349	364.836
Novembre . .	212.580	129.500	342.080
Janv.-Nov. . .	2.018.364	1.175.824	3.194.188

Marché intérieur : En attendant une décision du gouvernement au sujet des prix, les usines facturent provisoirement depuis le 1^{er} décembre, sur la base des prix établis par l'arrêté du 9 août 1946, avec la réserve d'une révision éventuelle de ces prix suivant décision du gouvernement.

La demande est toujours intense et les délais, qui pour certains produits ont quelque peu diminué, dépassent souvent encore dix mois, notamment pour les tôles fines. Certains marchés sont même conclus avec un délai de vingt mois.

Ceci n'empêche que les livraisons réelles atteignent un niveau respectable. Les usines ont le souci de satisfaire aux besoins les plus urgents de l'économie nationale et font des efforts pour faire cadrer ces besoins avec les possibilités de leurs programmes de laminage.

Exportation

La physionomie du marché d'exportation garde les caractéristiques relevées depuis plusieurs mois déjà; les expéditions s'effectuent normalement dans le cadre des accords commerciaux bilatéraux conclus.

Par contre, de la part des marchés dits « libres », les comptoirs sont assaillis par des demandes qu'ils se voient incapables de satisfaire.

Les quantités prévues dans l'accord sont l'objet d'un nouvel examen. Une nouvelle convention est en discussion avec l'Angleterre; elle prévoit des fournitures belgo-luxembourgeoises de divers produits totalisant un tonnage de 15.000 tonnes.

De Pologne sont venues des propositions pour une fourniture de produits laminés, en contrepartie de demi-produits à provenir de ce pays.

L'Union économique est sur le point de redevenir le plus fort exportateur d'acier d'Europe.

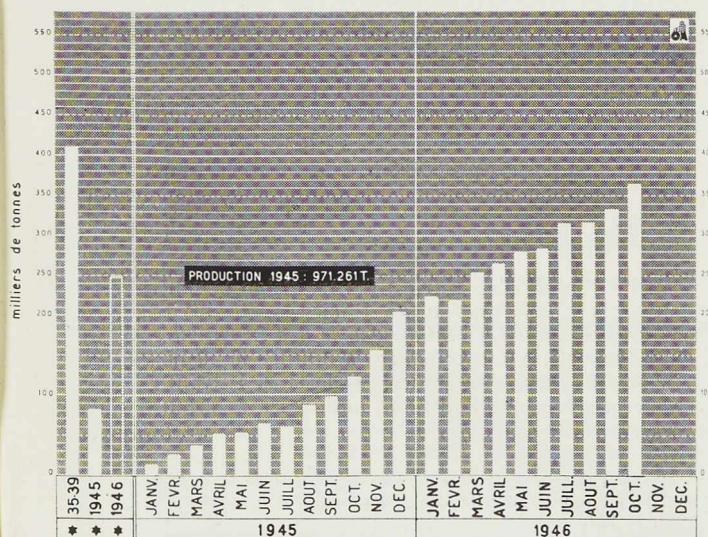


Fig. 71. Production des aciéries belges et luxembourgeoises.

*** Moyennes mensuelles des années 1935-1939, 1945 et des dix premiers mois 1946.



Ce fait est dû, d'une part, aux difficultés diverses que rencontrent les sidérurgistes anglais et américains et à l'absence d'exportations allemandes, d'autre part à la réputation établie de longue date à travers le monde, des produits belgo-luxembourgeois.

Les exportations des dix premiers mois de l'année atteignent 1.200.000 tonnes. Les principaux clients sont en Europe, les Pays-Bas, la Suisse, les pays scandinaves; outre-mer, l'Argentine, l'Égypte, la Palestine, la Chine, les colonies françaises, etc...

Les fournitures ont aujourd'hui une cadence suffisamment régulière pour permettre de faire un gros effort de réduction systématique des carnets. Les nouveaux ordres inscrits s'inspirent de cette politique qui a pour but de réduire sensiblement nos délais de livraison.

Les ateliers de construction exécutent ou négocient des commandes de wagons et locomotives, en provenance de la France, du Congo belge, de l'Égypte. Il est également question d'une commande de 300 locomotives à fournir aux Indes anglaises.

Inauguration de la « Maison du Jour », à Stockel

Le 4 décembre 1946 a eu lieu au chantier d'expérience de l'Institut National du Logement et de l'Habitation, l'inauguration de la « Maison du jour ». Cette manifestation a réuni plusieurs personnalités belges et étrangères, et notamment :

- M. Joint, Conseiller commercial à l'Ambassade de Grande-Bretagne;
- M. Verheven, Echevin des Travaux publics de la ville de Bruxelles;
- M. Thielemans, Bourgmestre de Woluwe-Saint-Pierre;
- M. Mostinckx, Président de la Société des Habitations à Bon Marché de Woluwe-Saint-Pierre;

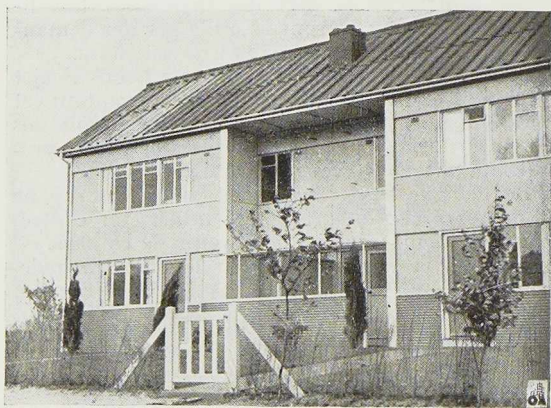


Fig. 72. Vue de la « Maison du Jour » à Stockel.

M. Paquay, Secrétaire de l'I. N. A. L. A., ainsi que M. Philippson.

Elle a permis aux visiteurs de se rendre compte des caractéristiques de cette maison usinée permanente.

La production de ce type de maison ⁽¹⁾ en grande série en Belgique va être entamée prochainement avec le concours d'importants entrepreneurs.

Le plan de la maison se caractérise par la disposition séparée des pièces « habitées » et du groupe d'offices (cuisine, salle de bain, W.-C., etc.).

L'ossature métallique est montée en quelques heures, et ensuite les plaques nervurées de toiture en éternit sont mises en place, de sorte que le travail subséquent est exécuté sous toit. Les éléments extérieurs des murs sont constitués par de larges panneaux métalliques avec surface extérieure en crépi très plaisant, pouvant être exécuté en toute couleur voulue. Le plancher est porté par des poutrelles métalliques espacées de 1^m05 d'axe en axe. La quantité d'acier entrant dans la construction de la maison est de l'ordre de 4 tonnes.

Le coût de la « Maison du jour » s'établit au coefficient relativement faible dans l'industrie du bâtiment de 3,5 environ par rapport au prix, en 1939, d'une maison semblable.

Concours d'architecture

Les projets présentés par les architectes belges et luxembourgeois au concours d'architecture pour la construction d'un immeuble de bureau à Bruxelles, ont été remis le samedi 30 novembre. Dès le lundi 2 décembre, après examen des votes des concurrents, l'architecte Victor Bourgeois a été invité à participer aux travaux du jury, et à assister en premier lieu à l'ouverture des envois.

Le jury, composé, outre M. Bourgeois, de MM. Eugène François, président; J. Debray, O. Stubbe, L. Lobet, P. Flesch, membres, a tenu une première séance le jeudi 5 décembre. Il a décidé de pousser aussi activement que possible ses travaux pour pouvoir, dans le courant de janvier, rendre son jugement.

Conférences de M. R. A. Nihoul

M. R. Nihoul, directeur du Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier a été invité par l'Association Luxembourgeoise des Ingénieurs et Industriels, à Luxembourg, à donner le 30 novembre 1946 une conférence sur le sujet suivant : La Reconstruction. Solutions nationales et étrangères.

⁽¹⁾ La « Maison du jour » est une adaptation de la maison anglaise « Howard », décrite dans *L'Ossature Métallique*, n° 9/10, 1946, p. 211.



Une très nombreuse assistance a suivi l'exposé du conférencier, qui a fait un historique de l'évolution de la maison préfabriquée, et a montré les solutions actuelles les plus importantes.

Un film sur la maison métallique préfabriquée type maison C, mis à la disposition du conférencier par la British Steelwork Association, a vivement intéressé l'auditoire.

M. R. Nihoul a été également invité à traiter la même question le mardi 3 décembre par l'Association des Architectes de Liège.

Congrès de la soudure à Utrecht

La « Nederlandsche Vereeniging voor Laschtechniek » (Association néerlandaise de la Technique de la Soudure) organisera en juin 1947 à Utrecht, un congrès où différentes questions relatives à la soudure seront discutées.

Une attention spéciale sera consacrée notamment à la soudure des réservoirs et des chaudières ainsi qu'à la trempe superficielle.

L'Association néerlandaise fait appel aux spécialistes de différents pays pour qu'ils communiquent à ce congrès le fruit de leur expérience.

Congrès National de l'Habitation et du Logement

L'Institut National du Logement et de l'Habitation a organisé les 14 et 15 décembre un congrès national qui s'est tenu à Bruxelles, et qui a traité des questions relatives à l'activité des sociétés d'habitations à bon marché et des problèmes techniques que pose la reconstruction.

Les interventions de MM. Vinck président, Paquay secrétaire, Jourdan, Plumier, Finet, l'exposé technique fait par le professeur Baes, de l'Université de Bruxelles, enfin les conclusions présentées par M. De Smaele, ont montré la complexité du problème.

Devant la difficulté d'obtenir à des prix satisfaisants les matériaux classiques, la raréfaction de la main-d'œuvre, et la difficulté de trouver de la main-d'œuvre spécialisée, enfin, devant le rendement très réduit de la main-d'œuvre, les prix de la construction traditionnelle se sont élevés dans des proportions considérables, et, à l'heure actuelle une maison dite « maison sociale » coûte en Belgique de 300 à 400.000 francs belges.

Les différentes interventions ont montré qu'il était nécessaire d'introduire dans le circuit du bâtiment de nouvelles méthodes de bâtir, de nouveaux matériaux réduisant considérablement les heures de main-d'œuvre, et mettant à la disposition de la bâtisse d'autres moyens d'action.

Nouveaux règlements américains concernant les constructions métalliques

L'American Institute of Steel Construction (A. I. S. C.) a publié récemment deux nouveaux règlements :

1. Spécifications pour les projets, la fabrication et le montage des constructions et bâtiments métalliques.

2. Spécifications pour la protection des immeubles à ossature métallique contre l'incendie.

Le premier document constitue une révision assez importante des spécifications de l'A. I. S. C. de 1936. Parmi les modifications, on note que la tension admissible à la traction a été portée de 10,6 à 14 kg/mm² pour les assemblages soudés (en accord avec l'American Welding Society), ainsi que pour les assemblages rivés et boulonnés.

Le deuxième document a pour but de définir la capacité de résistance de l'ossature métallique aux températures provoquées par des incendies; il définit les propriétés isolantes des matériaux, et précise leurs conditions d'utilisation.

Nous nous proposons de revenir plus longuement sur ces règlements dans un prochain numéro de L'OSSATURE MÉTALLIQUE.

L'industrie sidérurgique australienne

L'Australie sort de six années de guerre avec une industrie sidérurgique plus grande et mieux intégrée à son économie. La production australienne de l'acier lingot est assurée principalement par la Broken Hill Proprietary Company Ltd dans ses deux usines situées toutes les deux dans la Nouvelle-Galles du Sud. En 1938, la capacité australienne se situait aux environs des 1.300.000 tonnes d'acier-lingot par an. En 1943, les aciéries australiennes avaient produit plus de 2.000.000 t. d'acier. Née vers 1915, pendant la première guerre mondiale, l'industrie sidérurgique australienne a fait des progrès remarquables et constitue actuellement une des industries-clés du pays.

A paraître prochainement :

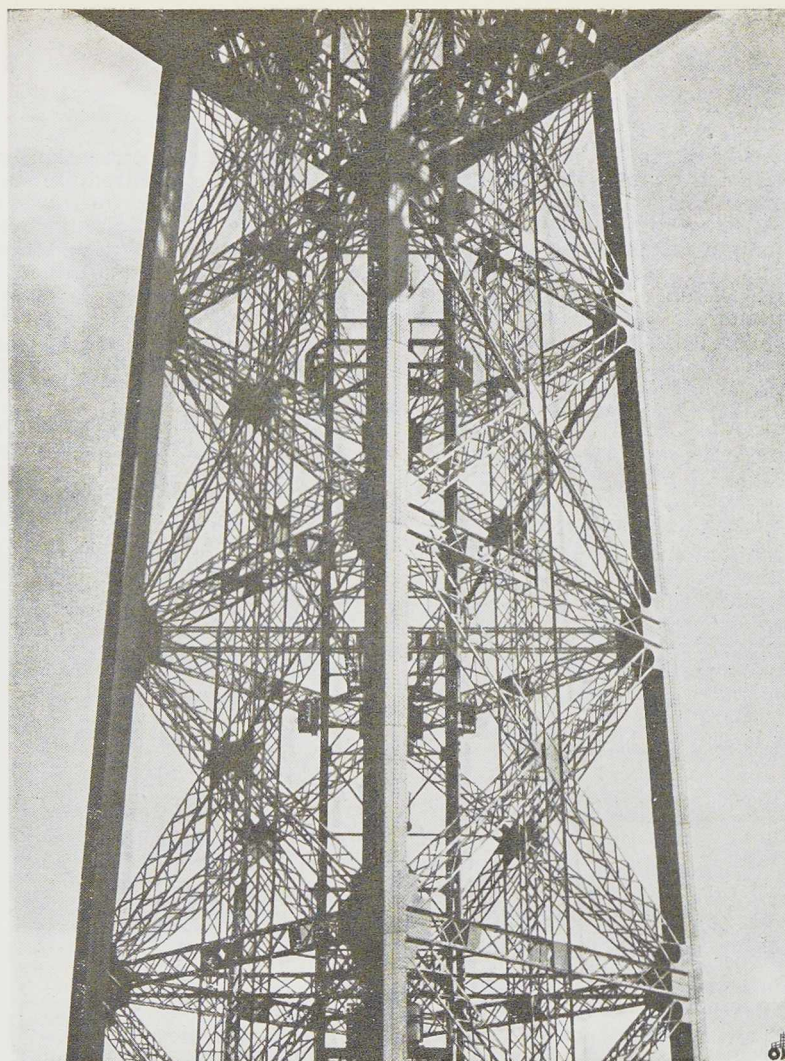
Le nouveau théâtre de Malmö (Suède).

Le pont Reine Alexandrine au Danemark.

Les constructions tubulaires, par C. et P. MOLITOR.

Cintres métalliques pour grandes voûtes, par C. F. B. LEMAIRE.





La Tour Eiffel, photographie de H. Lacheroy.

Bibliothèque

Eiffel

par P. Peissi.

Un ouvrage de 23 pages, format 21 × 27 cm, illustré de 4 photographies. Edité par les Editions du Verger, Paris 1946.

Le petit livre de M. Peissi, directeur de l'OTUA, présenté avec élégance, est préfacé par M. G. Salles, directeur des Musées Nationaux, et petit-fils d'Eiffel.

Il constitue un vibrant hommage à l'œuvre du grand constructeur français.

Après avoir mentionné les grands travaux réalisés par Eiffel, en France et à l'étranger, l'auteur

en arrive à l'œuvre géniale du maître : la Tour, dont la popularité reste entière après un demi-siècle d'existence.

Cette tour est non seulement un chef d'œuvre de l'art de l'ingénieur, mais elle a aussi sa beauté propre.

M. Peissi rappelle à ce sujet les paroles d'Eiffel : « Le premier principe de l'esthétique architecturale est que les lignes essentielles d'un monument soient déterminées par la parfaite appropriation à leur destinée. »

Du point de vue de la technique, il faut souligner l'extrême légèreté de la Tour. Son ossature ne pèse que 7.000 tonnes; cependant, malgré cette légèreté, la résistance mécanique de la Tour est grande. On peut en juger par ces quelques chif-



fres : la vitesse moyenne du vent est à ses pieds de 3^m50 et à son faite de 8^m50 à la seconde. Mais la Tour a déjà résisté victorieusement à des tempêtes qui faisaient osciller sa tête de quelques 7 cm.

Pour terminer, M. Peissi souligne que seul le fer pouvait permettre la réalisation de cette magnifique œuvre du Génie français.

Die Berechnung der Stockwerkrahmen (Le calcul des cadres à étages)

par B. ULRICH

Un ouvrage de 123 pages, format 15 × 23 cm, illustré de 80 figures et 2 tableaux. Edité par Gebr. Leemann & Co, Zurich, 1946. Prix : 9 francs suisses.

Les méthodes modernes de construction tendent de plus en plus vers les bâtiments à ossature. Ce système présente de nombreux avantages, notamment au point de vue de l'emploi rationnel des matériaux. En revanche, les calculs des cadres à étages sont longs et laborieux.

M. Ulrich a voulu aider les ingénieurs des bureaux d'études en mettant à leur disposition une méthode permettant d'ordonner et de simplifier les opérations tout en conduisant à des résultats suffisamment précis pour les besoins de la pratique. Son étude s'appuie sur la méthode des déformations. Le principal mérite de M. Ulrich consiste à avoir mis au point une méthode générale de résolution de tous systèmes d'équation en faisant usage de coefficients de transmission d'influence. L'ouvrage est complété par 8 exemples numériques complètement résolus.

Les trois établissements humains

Un ouvrage de 270 pages, format 12,50 × 16,50 cm, illustré de plusieurs figures. Edité par Denoël, Paris, 1945.

Cet ouvrage, de la collection l'Ascoral, dirigée par Le Corbusier, essaie de voir comment on pourrait urbaniser rationnellement les cités « anarchiques » d'aujourd'hui, et d'étendre la richesse sociale. La solution proposée réside dans l'amélioration des trois établissements humains : l'unité d'exploitation agricole, la cité linéaire industrielle et les cités d'échange.

L'ouvrage expose des idées originales sur l'habitat rural, l'industrialisation des villes modernes, les cités, chantiers, les aménagements collectifs, etc.

Bélgica-América Latina. Las industrias belgas de exportación (Belgique-Amérique Latine. Les industries belges d'exportation)

Un volume de 265 pages, format 22 × 30 cm, illustré de nombreuses eaux-fortes et photographies. Edité par la Compagnie générale de Publicité et d'Information, Bruxelles, 1946.

Ce magnifique ouvrage, publié à l'initiative de la Maison de l'Amérique latine et de la Fédération des Industries belges, constitue une synthèse des grandes industries belges. Excellamment illustré par les artistes Jean Donnay et Jean Van Noten, le volume contient en outre une carte de Belgique, œuvre de l'artiste Bizuth, un message aux Nations latino-américaines par le Ministre P.-H. Spaak, des notes introductives par différentes personnalités du monde industriel belge, et une série de notices sur l'industrie sidérurgique, la construction métallique, l'industrie textile, les industries chimiques et pharmaceutiques, les banques, etc.

L'ouvrage fait honneur à ceux qui l'ont conçu et réalisé. Il sera certainement un ambassadeur très apprécié dans les pays de l'Amérique latine.

Annuaire général du bâtiment, des travaux publics et des industries qui s'y rattachent

Un volume de 719 pages, format 16 × 24 cm, Edité par les Anciens Etablissements A. Puvrez, Bruxelles, 1946. Prix : 120 francs.

Cet important ouvrage de documentation sera apprécié par tous ceux que l'industrie du bâtiment intéresse. Il donne en effet les adresses de tous les architectes, entrepreneurs, des producteurs et fournisseurs. Signalons également son répertoire de produits portant des noms particuliers.

Dictionary of engineering terms (Dictionnaire des termes employés dans l'art de l'ingénieur)

par A. H. SANDY

Un ouvrage de 165 pages, format 10 × 13 cm. Edité par Crosby Lockwood & Son, Ltd, Londres 1946. Prix : 3 sh 6 d.

On sait combien il est important pour un ingénieur d'avoir une définition correcte d'un terme technique. Le petit dictionnaire de l'ingénieur Sandy répond à ce but. Il contient l'explication d'environ 1.800 termes employés principalement dans la métallurgie et l'industrie mécanique.

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)

15.35. - Résistance et sécurité des joints soudés

M. Roš, *Schweizer Archiv*, janvier, février, mars 1946, pp. 1-12, 48-63, 73-92, 57 fig.

Le professeur Roš a poursuivi sa remarquable série d'essais systématiques sur la résistance à la fatigue des joints soudés. Il est arrivé, notamment, à établir que dans les joints soudés bout à bout à la main, la fatigue pouvait atteindre 18 kg par mm² et que pour une soudure faite à la machine, ce chiffre pouvait être relevé jusqu'à 22 kg par mm².

Il est bien évident que ces chiffres sont des chiffres idéaux, car tout défaut dû à l'hétérogénéité de la matière, à une mauvaise conception ou préparation de la soudure, donne des résultats fort différents.

Dans la soudure des tôles, on peut admettre que les joints bien exécutés ont pratiquement la même résistance que le métal de base.

A noter enfin que le recuit relève d'environ 10 % la résistance à la fatigue tandis que l'exécution des soudures à la machine conduit à un relèvement de 20 % de résistance à la fatigue d'un joint.

M. Roš, dans une étude extrêmement documentée, s'est longuement étendu sur les joints soudés en spirales, de réalisation courante par certains constructeurs suisses. Il montre que ces joints ont une résistance à la fatigue supérieure de 14 % à celle d'un joint longitudinal, lorsque les deux joints sont exécutés à la main.

17.3. - Pieux en acier de grande longueur

Construction Methods, août 1946, pp. 96-98, 11 fig.

Un total de 1.600 pieux composés d'aciers profilés (poutrelles H à larges ailes de 350 mm) ont été battus jusqu'au roc, pour constituer les fondations d'un grand bâtiment à 26 étages.

Comme l'industrie métallurgique ne fournit pas ces poutrelles en profils spéciaux pour fondation allant jusqu'à 36^m60 de profondeur, on se décida à souder bout à bout, plusieurs pro-

filés, dans un chantier, équipé d'un pont-roulant, situé à 7 km du bâtiment à construire.

On tailla les extrémités de 6 de ces profilés en biseau et ils furent juxtaposés bout à bout, mis en place sur des gabarits rotatifs sur galets.

Ce système permit aux soudeurs de tourner ensemble toute une file de poutrelles autour de leur axe longitudinal. Grâce à cette facilité, la soudure de deux bouts demandait 2 h. 1/2 de travail.

Un camion avec remorque à 4 roues doubles transportait 3 pieux de 36^m60 de longueur chacun, à travers les rues de Boston où le trafic était des plus denses.

Lors de la manœuvre qui consistait à poser le pieux dans le guide de la sonnette de battage, on fit usage de crochets spéciaux de sûreté l'empêchant de glisser.

Ces pieux recouverts de bitume furent alors battus verticalement par un mouton de 4^{ts} dont la course maximum était d'un mètre.

La chaudière alimentait un treuil à moteur de 70 CV.

La hauteur maximum d'un pieux étant de 36^m60, celle du guide de la sonnette était de 39 mètres.

32.3. - Logements municipaux à Birmingham

H. J. MANZONI, *House-Builder*, juillet 1946, pp. 143 à 148, 11 fig.

Avant 1939, les types de maisons à un étage adoptés par le Conseil de la Cité de Birmingham oscillaient entre 83 m² et 56 m² de surface bâtie. Ces demeures avaient trois chambres à coucher, salle commune, salle de bain, cuisine, le tout destiné à héberger 5 personnes; éclairage électrique, cuisine au gaz, chauffage par circulation d'eau.

Dès 1944, on sentit un besoin pressant d'habitations à un étage et on décida de les construire avec une ossature en acier, qui donnait les avantages suivants :

1° Murs en double parois, avec creux entre ces parois permettant d'utiliser des matériaux de construction plus économiques que les briques;

2° Les briques de façade sont remplacées provisoirement par des panneaux en matière économique. Après des années, ces panneaux pourront être remplacés par des briques de façade ou autres pierres coûteuses. Durant cette opération de « remplacement » les habitants ne sont nullement incommodés. Tout l'intérieur du bâtiment est construit en matériaux durables et permanents.

(1) La liste des périodiques reçus par notre Association a été publiée dans le n° 1/2-1946 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, page 199.

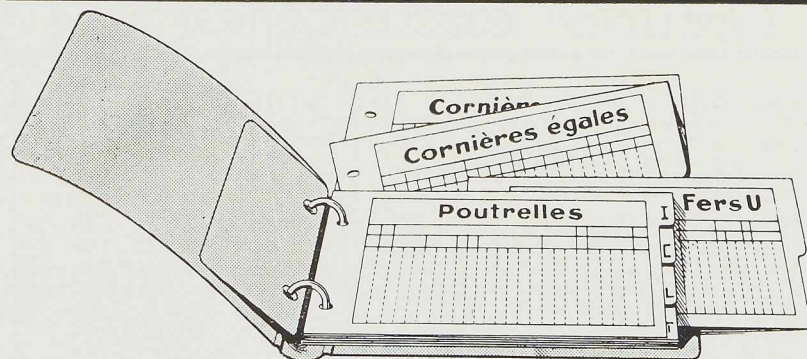


Editions du Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier :

Abaques et Tableaux pour le calcul rapide des constructions métalliques , par H. M. SCHNADT	Frs 150,-
Tableaux pour le calcul rapide des poutres à âme pleine , par O. HOÛBRECHTS	Frs 150,-
Abaque Général de Flambage , par H. M. SCHNADT	Frs 40,-
Album de Macrographies pour la réception des tôles et larges plats en acier calmé , par la Commission Mixte des Aciers	Frs 40,-
Catalogue de la Bibliothèque du C. B. L. I. A.	Frs 40,-
Essais spéciaux pour les aciers soudables , par la Commission Mixte des Aciers	Frs 50,-
Essai de Flexion , par la Commission Mixte des Aciers	Frs 10,-

EN PRÉPARATION :

- Normes de qualité pour les aciers soudables**, par la Commission Mixte des Aciers.
- Catalogue des aciers pour constructions mécaniques**, par la Commission Mixte des Aciers.



**CATALOGUE
DES PROFILES
laminés par les usines
belges
et luxembourgeoises**

FEUILLETS PUBLIÉS À CE JOUR

Poutrelles de 80 mm et plus

- 1-2 profils normaux
- 3 poutrelles légères à ailes très étroites
- 4 profils anglais, ailes étroites
- 5 profils anglais, ailes larges
- 6 profils américains

- 3 profils spéciaux (wagons et divers)
- 4 profils anglais et américains

Cornières

- A. Cornières égales : profils normaux
- B. Cornières inégales : profils normaux

Poutrelles à larges ailes parallèles

- 1-4 DIE, DIL, DIN, DIR 10-100, DIH 10-20

Fers U de 80 mm et plus

- 1-2 profils normaux

FEUILLETS EN PRÉPARATION

- Larges plats
- Profils à bulbes
- Plats nervures
- Fers T

Prix du Catalogue : Fr. 100,— payables au C. C. P. n° 340.17 du Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier, 38, Boulevard Bischoffsheim, Bruxelles.

P

our tout ce qui concerne

La Soudure Electrique.



Electrodes
Transformateurs statiques
Groupes convertisseurs
Génératrices & alternateurs
Groupes électrogènes

Soudeuses par résistance
Soudeuses par points
Soudeuses continues
Soudeuses par rapprochement

Matériel de soudure automatique
Sous flux électro-conducteur

Agents exclusifs de la
Société Anonyme Française **UNIONMELT** à Paris

consultez

L'AIR LIQUIDE

Société Anonyme

Reg de Commerce Liège, N°1056

LIÈGE

Quai Orban, 31.
Tél: 625.80.

GAND

Rameau des Capucins, 5
Tél. 533.40.

BRUXELLES

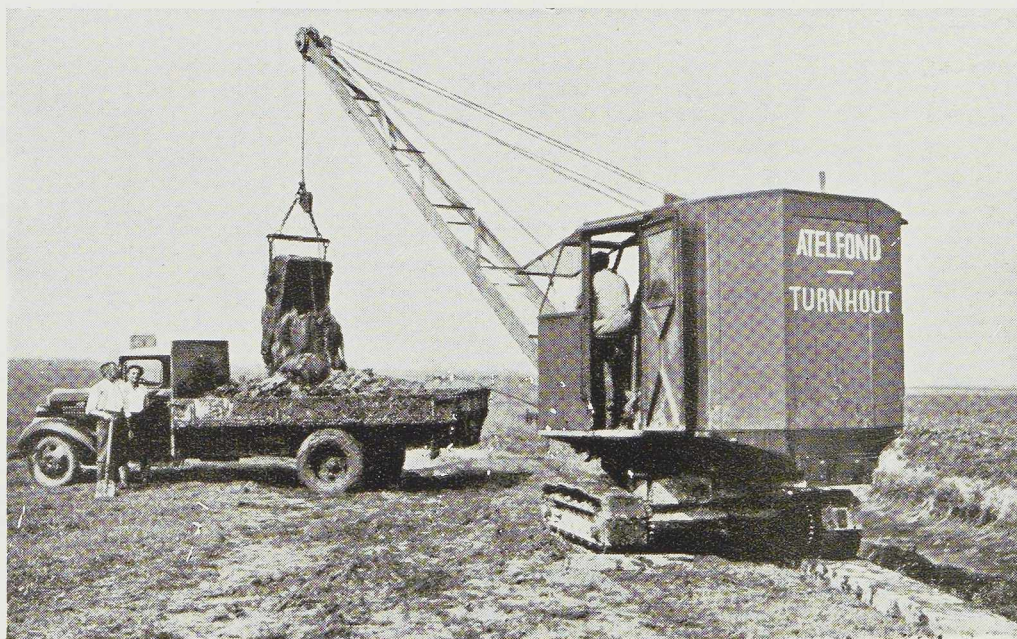
Rue J.B. de Cock, 71.
Tél. 26.71.30.

Demandez devis & renseignements sans aucun engagement
Nos services techniques sont à votre disposition & vous conseilleront utilement.

légère, indéformable standardisée pour l'intérieur
PORTES
METALLIQUES
VANDERPLANCK
 (Tel: MANAGE 124) FAYT · LEZ · MANAGE
 S. P. R. L.

S. A. ATELIERS DE CONSTRUCTION « **ATELFOND** »
TURNHOUT

Grues - Constructions métalliques



Draglines - pelles mécaniques

MARTEAUX PNEUMATIQUES

PETITS
UNIVERSELS
PUISSANTS

Poids : 600 gr.
13.000 coups/minute

VINGT OUTILS ADAPTABLES

Ebarbage	Forage (béton, brique, ciment)
Détartrage	Rainurage
Burinage	Débosselage
Dérouillage	Découpage léger
Grattage de la peinture et de la rouille	Etc. Etc.

AGENTS EXCLUSIFS :

BELTARVAS

s. p. r. l., 10, Parvis de la Trinité, BRUXELLES

TELEGRAPHIEZ OUTRE-MER

VIA BELRADIO

La voie nationale belge rapide
et sûre vers tous les continents

Renseignements et dépôt des
messages dans tout bureau
télégraphique belge

TELEPHONES : A BRUXELLES 12.30.00; A ANVERS 399.50



Siège administratif
54, Chaussée de Charleroi
BRUXELLES

Siège social et Usines
50, Dock - GAND
(Belgique)

MOTEURS DIESEL ET EQUIPEMENTS COMPLETS

POUR

AUTORAILS

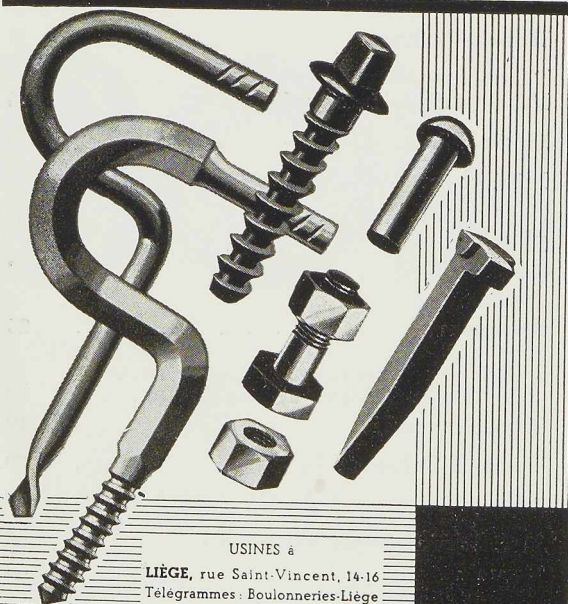
SIMPLES - DOUBLES - TRIPLES - UNITÉS MULTIPLES

LOCOMOTIVES - TRACTEURS DE MANŒUVRE

SEM

Société d'Electricité et de Mécanique - Procédés THOMSON-HOUSTON, Van den Kerchove & Carels
Matériel électrique industriel — Turbines à vapeur — Moteurs marins DIESEL-CARELS

**SYSTÈME DES BOULONNERIES DE LIÈGE
ET DE LA BLANCHISSERIE**



USINES à

LIÈGE, rue Saint-Vincent, 14-16
Telegrammes: Boulonneries-Liège
MARCINELLE, rue de Couillet, 82
Télégr.: Boulonneries-Charleroi

SOEEL PRO

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

Les Ateliers de construction

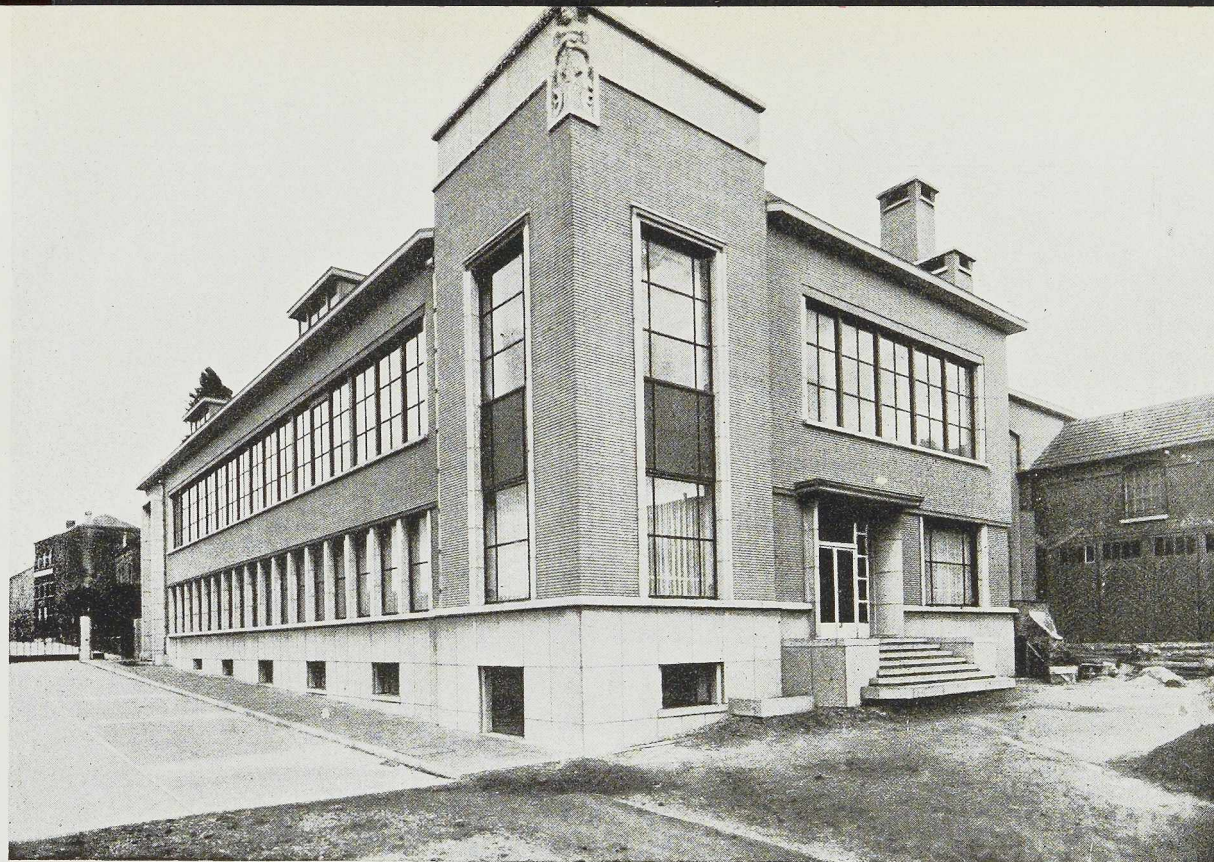
Ventola

S. A. **GAND, 155, Haut-Chemin. Tél. 516.19**

VENTILATEURS - TOLERIE - AÉROTHERMES SECHAGE
TRANSPORT PNEUMATIQUE - FILTRAGE - ETC., ETC.

INDEX DES ANNONCEURS

	Pages		Pages
A.C.E.C.	22	S. A. Ateliers de Construction Jambes	
L'Air Liquide	34	Namur	17
Arcos, « La Soudure Electrique Auto- gène »	2	Constructions Métalliques de Jemeppe- sur-Meuse, S. A.	10
Ateliers Métallurgiques Nivelles	16	Laminoirs de Longtain	27
»	29	Marigrée, Société Commerciale d'Ou- grée	31
Atelfond	35	Nobels-Pelman.	32
B.E.I.	37	L'Ossature Métallique	33
Belradio	36	L'Oxhydrique Internationale	6
Beltravas	36	Piétoco, S. A.	20
Usines Gustave Boël	7	Minière et Métallurgique de Rodange, S. A.	32
Ateliers de Bouchout et Thirion Réunis. Mécanique et Chaudronnerie de Bouf- fioux, S. A.	14	S. E. M.	37
S. A. des Boulonneries de Liège et de la Blanchisserie	15	Someba	12
La Brugeoise et Nicaise & Delcuve . couv. II	37	Soudométal	16
P. & M. Cassart	5	Sycomom	25
Cockerill	Couv. III	S. A. Hauts-Fourneaux, Forges et Acieries de Thy-le-Château et Marcinelle	13
Columeta	8-9	Titan Anversois	19
Davum	21	Usines à Tubes de la Meuse	30
Alexandre Devis & C ^o	28	Ucométal	23
Société Métallurgique d'Enghien-Saint- Eloi	couv. IV	Ateliers Vanderplanck, S.P.R.L.	35
E.S.A.B.	11	Ventola	38
Usines Emile Henricot	18	Anciens Ets Paul Würth	26



Bureaux des Ateliers du Thiriau, La Croÿère.

SOCIÉTÉ MÉTALLURGIQUE DE BAUME S. A.

SOMIEBA

TÉLÉPHONES : 279 LA LOUVIÈRE
15.81.57 BRUXELLES

LA LOUVIÈRE

MENUISERIES MÉTALLIQUES

CHASSIS, PORTES, CLOISONS EN ACIER
ANTICORODAL ET BRONZE

CHAMBRANLES ET TOLERIES
SABLAGE, PARKÉRISATION

MÉTALLISATION

CONSTRUCTION

CHARPENTES, RÉSERVOIRS
TUYAUTERIES, POTEAUX
SOUDURE ÉLECTRIQUE

REGISTRE DE COMMERCE : MONS 378

F. B. V.

AD. TELEGR.: VORMANS GOSSELIES
TELEPHONE : 500.30 CHARLEROI
REG. COM. : CHARLEROI 2957



FORGES & BOULONNERIES VORMANS

FONDEE EN 1880

SOCIÉTÉ ANONYME

GOSSELIES (Belgique)

Boulons mécaniques bruts ou tournés

Ecrous, rondelles, flottes - Dents de herse

Boulons pour matériel de chemin de fer
Ponts, charpentes et autres travaux

Bouts de boulons et Entretoises - Tirefonds
(Vis à bois)

Rivets pour grosse chaudronnerie

Ferrures et pièces de forges

Boulons de commerce, de carrosserie, etc.

Vis diverses à pas carré telles que :
Vis d'établis de menuisiers
Vis de freins pour chariot
Vis de frein à manivelle pour camions
Vis de tabourets

Boulons pour charbonnages, vis à métaux

ACCESSOIRES DE RAILS, BOULONS D'ECLISSES, CRAMPONS, CLOUS, PLAQUES
D'ÉPAULEMENT, TRINGLES D'ÉCARTEMENT, TIREFONDS EN ACIER TARAUDÉS A CHAUD

