

LE SALON INTERNATIONAL
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET DU CONTRÔLE INDUSTRIEL
LIEGE 1947

PAR

F. CAMPUS

Professeur à l'Université de Liège

Président du Salon

Extrait du n° 12 - Décembre 1947 de

L'OSSATURE METALLIQUE

Revue Mensuelle des Applications de l'Acier

éditée par le

Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier

38, boulevard Bischoffsheim

BRUXELLES

Le salon international de la recherche scientifique et du contrôle industriel Liège 1947

par F. Campus,

Professeur à l'Université de Liège,
Président du Salon

Ce Salon a été ouvert à Liège du 9 août au 5 octobre 1947, dans les Instituts de la Faculté des Sciences appliquées de l'Université au Val-Benoît.

Il était organisé par l'Association des Ingénieurs sortis de l'Université de Liège, à l'occasion de son centenaire, mais avec le concours du pays tout entier, ce qui en a fait une manifestation de caractère national.

Le succès de cette exposition a été très vif et son retentissement a été très étendu; elle a été remarquable à divers points de vue.

Tout d'abord par le fait qu'elle a eu lieu dans des bâtiments situés dans le quartier le plus sinistré de la Ville et qui avaient été gravement ravagés dans toute leur étendue par les bombardements aériens. Leur restauration, entreprise seulement en 1946, a pu être poussée assez activement, en dépit de l'hiver exceptionnellement rigoureux du début de 1947, que pour permettre aux visiteurs d'emporter de ces instituts une impression profonde et excellente.

Cet heureux résultat a été permis principalement par le système tout à fait moderne de construction à ossatures continues à nœuds rigides qui avait été adopté pour ces importants édifices. Même sous l'effet des nombreux impacts directs de bombes de 1.000 kg, il ne s'est produit aucun effondrement. Le gros-œuvre a été relativement peu endommagé et les dégâts dominants ont été ceux produits par les effets de souffle, qui ont affecté surtout les cloisons, les parois, les installations et les parachèvements, ainsi que le mobilier et le matériel scientifique.

Les ossatures étaient partiellement en béton armé, partiellement en acier enrobé de béton.

Les ossatures métalliques rivées ou soudées à cadres continus à nœuds rigides ont remarquablement résisté aux coups directs. De telle sorte qu'il a été possible de les réparer par une véritable prothèse, sans démolitions étendues. La

description de ces travaux pourra prochainement paraître dans cette revue.

Les ossatures en béton armé, très soigneusement établies et réalisées, ont aussi résisté très convenablement et sans effondrement, mais ont subi des dégâts plus généralisés, qui ont nécessité des démolitions et des reconstructions plus considérables que pour les ossatures métalliques.

Cela paraît principalement dû au fait que les explosions des bombes de grande puissance ont produit des sollicitations très importantes et instantanées de sens contraire aux sollicitations normales (à titre d'exemple, les hourdis en béton armé ont subi de fortes pressions du bas vers le haut). L'inversion qui en est résultée est sans effet sur les ossatures métalliques, mais a entraîné une fissuration générale des régions qui devaient être normalement comprimées dans les colonnes et les poutres en béton armé. Encore a-t-on pu considérer beaucoup de ces fissures comme inoffensives du point de vue de la stabilité permanente, grâce à l'excellente qualité du béton et à la répartition et à la liaison très consciencieusement étudiées et réalisées des armatures. Incidemment, ceci conduit à penser que la technique plus récente du béton précontraint donnerait lieu dans un cas pareil à des désordres plus graves, probablement à des effondrements, et que l'on ne pourrait éviter ces effets que par une précontrainte uniforme, probablement peu économique.

L'exposition a aussi été remarquable par la qualité de son organisation. Entièrement prête le jour de l'ouverture, elle n'a cessé de présenter jusqu'à la fin, durant huit semaines, l'aspect le plus ordonné, en dépit de l'affluence considérable des visiteurs à certains jours. Elle occupait quatre grands bâtiments et de nombreux pavillons annexes. La centrale du groupe d'instituts universitaires, incluse dans l'exposition et en fonctionnement, n'a cessé de produire une puissance électrique considérable qui a permis de

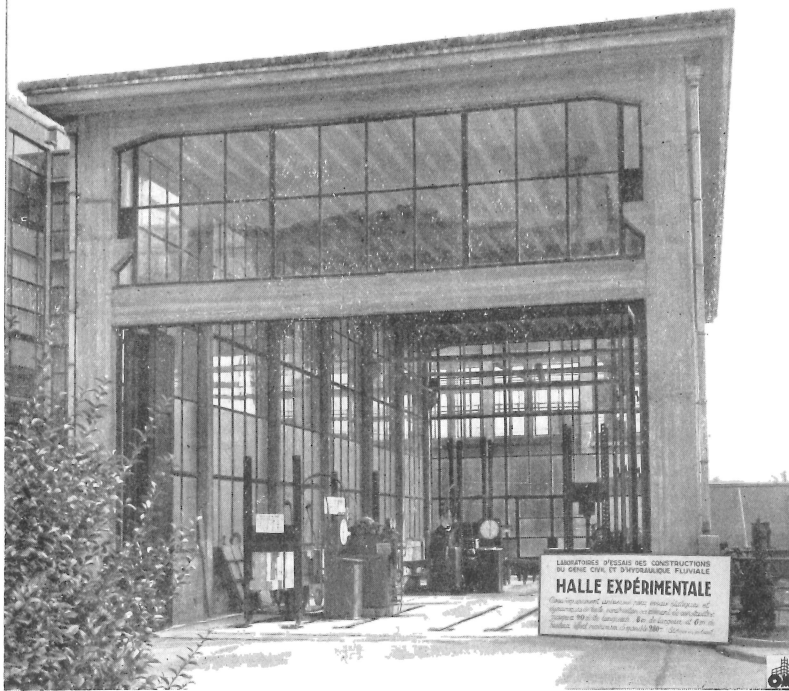


Fig. 644. Halle de l'Université de Liège abritant à titre définitif les machines d'essais de grande puissance pour efforts alternés.

présenter en état de fonctionnement incessant la multitude d'appareils exposés, dont certains très puissants, de caractère industriel. Dans tous les laboratoires scientifiques, des explications étaient données en permanence par des guides universitaires. Les stands commerciaux très nombreux répondaient tous strictement, de la manière la plus caractérisée, à la dénomination de l'exposition, lui donnant ainsi une tenue d'une élévation sans exception, qui a été très remarquée.

Enfin le cadre d'ensemble, avec ses pelouses et plates-bandes fleuries bien tenues mais très simples, ses éclairages extérieurs judicieux mais très sobres, ses accès et une décoration par oriflammes riants mais très modestes, créaient une atmosphère agréable, de bon aloi, de bon goût, qui a beaucoup plu aux visiteurs et y a attiré un public empressé à prendre part aux manifestations artistiques, culturelles et folkloriques diverses qui s'y sont déroulées.

L'exposition était très importante et très vaste car elle concernait toutes les branches de la technique et de l'industrie, comprises dans leur sens le plus large. L'acier y occupait une place de choix, consacrée principalement, selon le programme, à la recherche scientifique et au contrôle de l'élaboration de l'acier et de ses propriétés et qualités d'usage, tandis que ces usages

eux-mêmes ne pouvaient être envisagés qu'accidentellement. Les deux stands principaux, scientifiques et collectifs, étaient le « Laboratoire de Métallurgie » et le « Centre belge de Métallurgie physique », le premier temporaire et limité à la durée du Salon, le second préexistant et durable. Ces deux organisations sont l'œuvre commune des milieux industriels et universitaires intéressés à la métallurgie.

Laboratoire de Métallurgie (1)

L'acier destiné à la construction métallique ou mécanique doit, pour convenir à ces usages, être soumis à une série de contrôles tout au long de sa fabrication.

Que l'on parte de minerais ou de mitrailles, le contrôle des enfournements et de la conduite des opérations d'élaboration nécessite de nombreuses analyses chimiques. Parmi les méthodes nouvellement mises au point, beaucoup conduisent à des mesures mettant en œuvre des phénomènes physiques ou électriques.

Le Laboratoire de Métallurgie présente dans cet ordre d'idées un potentiomètre, un polarographe enregistreur et un absorptiomètre à cellule photoélectrique (les appareils de spectreanalyse qualitative et quantitative sont exposés au Centre belge de Métallurgie physique).

L'acier liquide, après coulée, est laminé ou forgé en demi-produits fort divers suivant les transformations ultérieures qu'il a à subir. A cette étape de la fabrication, certains contrôles non destructifs sont intéressants pour déceler les défauts graves d'homogénéité macrostructurale. Des appareils de sondage par ultra-sons, travaillant soit par réflexion soit par absorption, montrent les possibilités d'investigation dans ce domaine.

Après le relaminage du demi-produit, le produit fini (barres, profilés, etc.) est prêt à être fourni au constructeur. A ce moment, se déclenche tout un réseau de contrôles permettant de mettre en valeur les principales propriétés de l'acier.

Les essais mécaniques statiques et dynamiques renseignent le constructeur de charpente métallique ou de machines sur le comportement probable du matériau qu'il aura à mettre en œuvre. Dans certains cas, il y a lieu en plus d'envisager la résistance à la fatigue ou au fluage. Le Laboratoire de Métallurgie expose une gamme importante des machines les plus modernes d'essais mécaniques :

(1) Cette brève notice concernant le laboratoire de Métallurgie a été rédigée par M. H. Herbiet, Ingénieur, chef du laboratoire de la métallurgie à la S. A. John Cockerill, responsable du laboratoire de Métallurgie du Salon.

Machines de traction de 25 tonnes, 5 tonnes et 3 tonnes;

Micromachines de Chevenard.

Sur l'une d'elles, est monté un extensomètre enregistreur utilisant le principe du contact suiveur mû par un servo-moteur électrique et assurant ainsi une amplification élevée. Grâce à cet appareil, la détermination très précise de la limite élastique apparente ou des diverses limites élastiques conventionnelles est possible ;

Machine d'essai de choc sur barreau entaillé pouvant utiliser, par simple changement de l'enclume, les éprouvettes Charpy-Mesnager ou Izod et pouvant travailler avec deux puissances différentes;

Machines d'essais de fatigue par flexion rotative permettant d'établir la courbe de Wöhler sur éprouvettes polies ou entaillées (fig. 645);

Machine de fluage de 3.000 kg avec four à trois zones de chauffage, régulation et enregistrement des températures, extensomètre de précision et enregistreur photographique de l'allongement réel amplifié par voie optique;

Machines de dureté Brinell, Rockwell, Vickers et même microscliromètre ou microduromètre permettant de déterminer la dureté des principaux constituants métallographiques de l'acier;

Machines d'essais d'emboutissage, de pliage, etc.

Mais les essais mécaniques, si nécessaires au constructeur, ne suffisent pas au métallurgiste pour expliquer le comportement des pièces en service. L'étude macro- et microstructurale s'avère indispensable, notamment si le produit est utilisé à l'état traité par voie mécanique ou thermique. C'est pourquoi nous trouvons au Laboratoire de Métallurgie, à côté des appareils de polissage mécanique et électrolytique, un microscope stéréoscopique pour l'examen des casures et macrostructures, un microscope métallographique du type vertical muni de tous les perfectionnements.

Les essais physiques sont également représentés par un conductomètre pour l'étude de la conductibilité thermique et par un dilatomètre différentiel de Chevenard.

La corrosion en milieu liquide ou par oxyda-

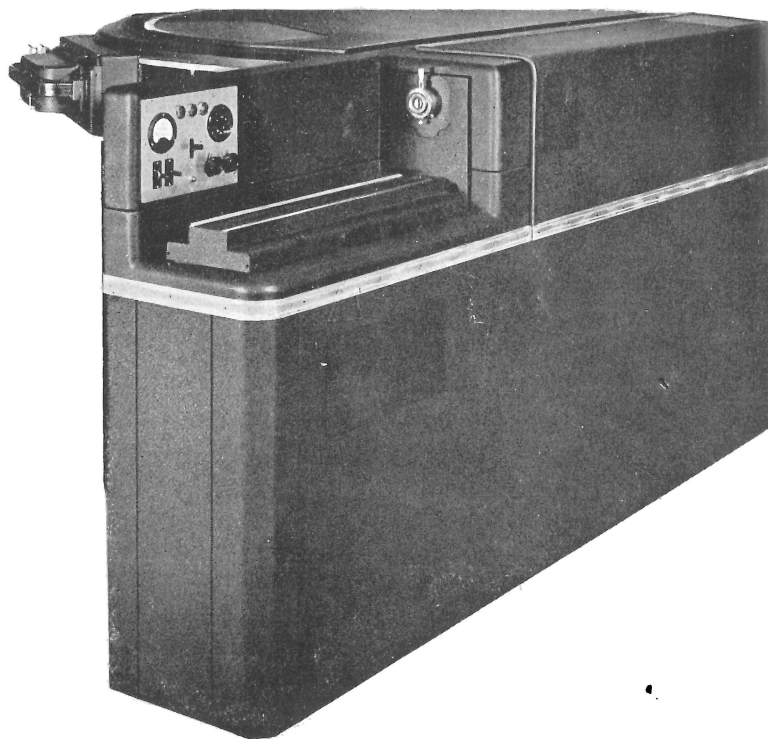


Fig. 646. Spectrographe à réseau du Centre belge de Métallurgie physique.

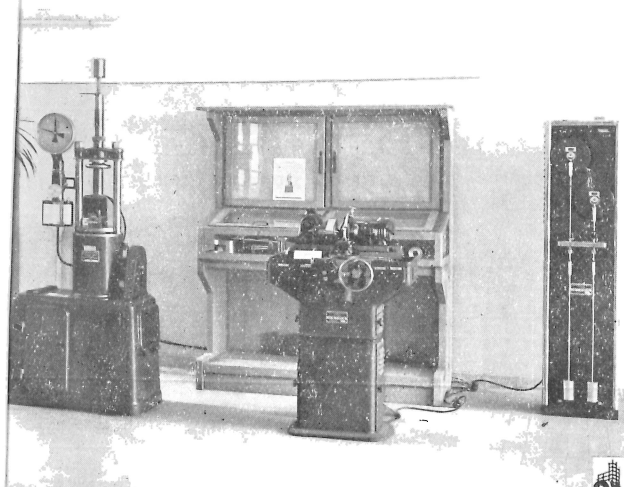
tion est une cause de destruction de l'acier dans les constructions. Des montages d'essais de corrosion indiquent les possibilités d'investigation dans ce domaine.

L'acier, surtout s'il est destiné à la construction mécanique, est souvent employé à l'état traité. Toute une gamme de fours de traitement thermique sont présentés. Ils montrent les multiples moyens que le métallurgiste possède pour faire rendre à l'acier le maximum de ses possibilités (fig. 647).

Enfin l'acier qu'il soit utilisé à l'état brut, à l'état traité ou à l'état soudé doit être contrôlé au moment de sa mise en service.

Les contrôles non destructifs s'imposent à ce stade. Nous trouvons au Laboratoire de Métallurgie un bel ensemble des appareils que l'on peut employer. Appareil de macroradiographie, appareil de détection des fissures superficielles par voie magnétique au moyen de poudre de fer en suspension dans l'huile. Appareil d'analyse magnétique permettant de contrôler la régularité d'analyse et de traitement de lots de pièces faites

Fig. 645. Machine Prot pour la mesure de la résistance à la fatigue par flexion rotative, avec tour spécial pour la préparation des éprouvettes.



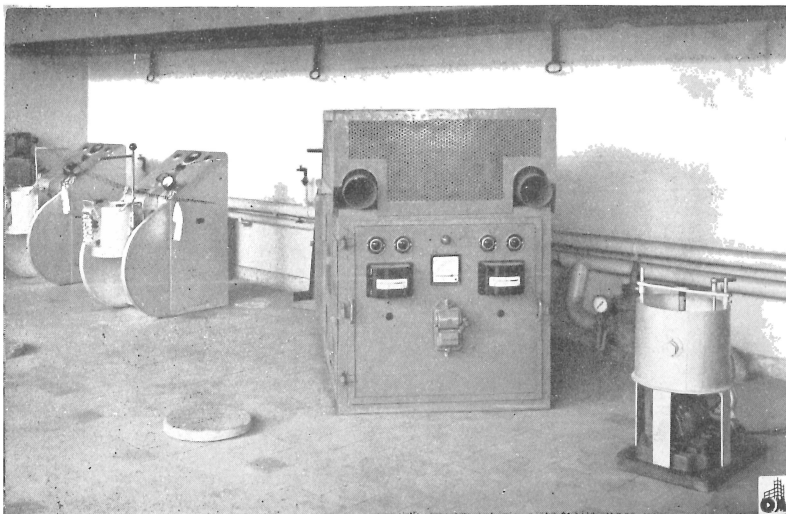


Fig. 647. Four Stein et Roubaix électrique à bain de sel destiné à la trempe par étapes des aciers de construction, équipé de brûleurs à gaz. Noter à droite de celui-ci l'appareil de mesure de la dureté « Jominy » construit par le laboratoire de métallurgie de la S. A. Cockerill.

en série, appareils de détection par ultra-sons des fissures, flocons, doublures et autres manques d'homogénéité (fig. 648).

Centre belge de Métallurgie physique ⁽¹⁾

Microscopie électronique

Le microscope que l'on utilise généralement pour l'étude des petits objets a un pouvoir de grossissement qui dépend de la longueur d'onde de la lumière visible. Il est impossible de « voir » des particules plus petites que la longueur d'onde de la lumière utilisée pour les observer. Ceci correspond à des grossissements de l'ordre de 2.000.

A un flux d'électrons correspond une longueur d'onde de 100 à 1.000 fois plus petite que celle de la lumière. Il est donc, en principe, possible de « voir » à l'aide des flux électroniques des particules beaucoup plus petites qu'à l'aide des flux lumineux ou encore d'atteindre des grossissements de l'ordre de 100 à 200.000 pour autant que l'on puisse construire des lentilles électroniques.

Or, de même que le verre dévie les flux lumineux et permet la construction des lentilles optiques, les champs électriques (magnétiques, électrostatiques) dévient des flux électroniques et permettent ainsi la construction des « lentilles » électroniques.

Le microscope électronique est, par suite, schématiquement identique au microscope optique.

(1) Cette notice concernant le Centre belge de Métallurgie physique, est due à l'obligeance de MM. O. L. Bibet, Ingénieur principal au Service Laboratoires des Usines à Tubes de la Meuse et P. Coheur, Directeur du Centre belge de Métallurgie physique, qui l'a rédigée.

APPLICATIONS À LA MÉTALLURGIE

1. Examen des composés qui ne sont pas résolus par la microscopie optique.

Exemple : Etude des carbures de fer apparaissant dans les aciers et non résolus optiquement; Etude des précipités dans les aciers inoxydables; Etude du vieillissement des alliages à base d'aluminium.

2. Examen des structures métalliques après recristallisation ou déformation plastique.

Exemple : Etude de la recristallisation de l'aluminium.

3. Examen de la forme géométrique des poudres.

Exemples : Etude de l'influence des processus de fabrication sur la forme des oxydes de zinc ou du pentoxyde de vanadium utilisé comme catalyseur.

Spectroscopie d'émission

Les radiations émises par une source lumineuse peuvent être séparées à l'aide d'un système diffractant tel que le spectrographe (fig. 646).

Chaque élément porté à la luminescence émet un groupe de radiations qui lui est propre et qui inversement permet de le reconnaître, d'où l'analyse spectrale qualitative.

Les radiations émises par un élément sont d'autant plus intenses que la concentration de cet élément est forte : l'intensité d'une radiation est une mesure de la concentration, d'où l'analyse spectrale quantitative.

INTÉRÊT DES ANALYSES SPECTROSCOPIQUES

1. *Sensibilité* : Des concentrations de l'ordre de 0,0001 % à 0,00001 % sont généralement suffisantes pour qu'un élément se manifeste.

2. *Rapidité* : Une dizaine de minutes suffisent pour effectuer une analyse complète.

3. *Généralité* : La plupart des éléments sont émis simultanément et peuvent être recherchés sur le même spectre.

QUELQUES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

1. *Contrôle de la pureté des matières premières.*

Exemples : Industries chimiques; recherche des éléments à l'état de trace dans les aciers (B, Sn, Pb), dans les zincs et alliages de zinc (Pb, Cd, Sn), dans les cuivres (Bi, Sn), etc.

2. *Contrôle des produits en cours d'élaboration.*

Exemples : Dosage rapide (une à quelques minutes) des éléments d'addition dans les aciers (Ni, Cr), les zincs (Al, Cu), les aluminiums (Mg).

3. *Recherche des éléments donnant lieu à des incidents de fabrication.*

Exemples : Industries chimiques : détection des éléments provoquant la coloration inattendue des acides; Industries métallurgiques : détection des éléments conférant aux métaux des propriétés particulières lors de leur trempe, étirage, emboutissage, etc.

Diffraction des rayons X

Pratiquement toutes les substances sont composées de petits cristaux ayant une structure et une orientation déterminées qui dans la plupart des cas conditionnent les propriétés et caractéristiques de ces substances. Il en résulte qu'une étude de la structure et de l'orientation des grains constitutifs d'une substance permettra d'en prévoir les propriétés ou d'en comprendre le comportement technologique.

Le microscope optique que l'on utilise généralement pour l'étude des petits objets, a un pouvoir de grossissement qui est limité par la longueur d'ondes de la lumière visible : il est impossible de voir des particules plus petites que la longueur d'ondes de la lumière utilisée ce qui correspond à un diamètre minimum des particules de l'ordre de 1/2 micron ou encore à un grossissement maximum de l'ordre de 2.000.

La longueur d'ondes des rayons X est de l'ordre du dix-millième de micron. Elle est donc beaucoup plus petite que celle de la lumière visible et permet ainsi de se rendre compte de l'ordonnance de très petites particules telles que les atomes dont le diamètre moyen est précisément de l'ordre de quelques dix millièmes de micron.

Les rayons X permettent donc d'examiner la structure fine de la matière bien au delà du pouvoir de grossissement du microscope qu'il soit optique ou électronique.

QUELQUES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

1. *Etude des distorsions du réseau.* — Les déformations à froid des métaux perturbent l'ordonnance des atomes et se manifestent notamment par l'allongement des taches de diffraction (astérisme). Ces distorsions réticulaires influent les propriétés physiques. Ainsi les tôles pour transformateurs donnant lieu à de l'astérisme possèdent de mauvaises propriétés magnétiques.

2. *Etude des orientations des grains.* — Par le laminage, tréfilage, recristallisation, etc., le réseau des grains peut s'orienter d'une manière préférentielle.

Ces orientations s'indiquent par un renforcement de l'intensité des taches de diffraction sur les cercles dits de Debye-Scherrer. Elles condi-

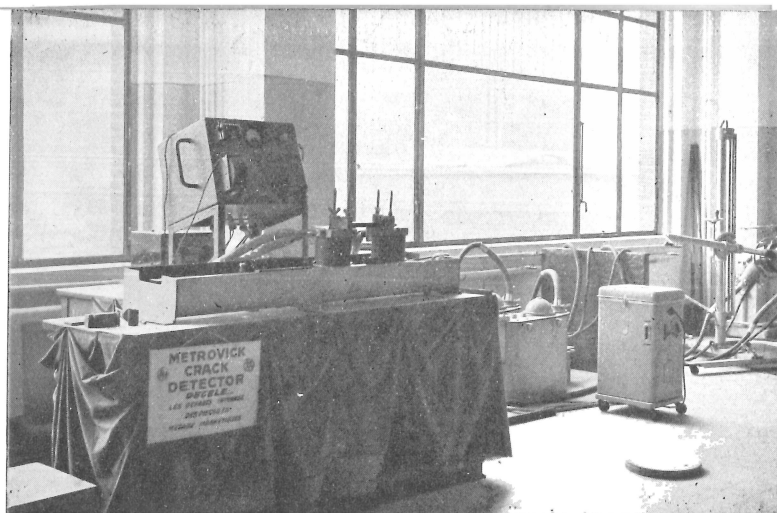


Fig. 648. Machine de détection de défauts internes de pièces en métaux magnétiques, à droite de celle-ci, on note un appareil de contrôle par rayons X.

tionnent l'emboutissage, l'estampage, le pliage, les propriétés magnétiques, etc.

3. *Identification des substances cristallines.* — A l'aide des rayons X, il est possible d'identifier assez rapidement une substance cristalline. L'intérêt principal est d'indiquer la nature des liaisons chimiques et de permettre notamment de distinguer des substances différentes ayant même composition chimique. Ainsi, dans le cas de la silice, on différencie la cristobalite du quartz, ce qui permet de contrôler la qualité des réfractaires. Citons encore l'étude des laitiers, pailles de laminage, produits d'oxydation, carbure, etc.

*
**

A côté de ces expositions organisées et systématiques, quelques sociétés métallurgiques avaient organisé des stands particuliers.

Celui de la S. A. d'Ougrée-Marihaye répondait entièrement à l'esprit de l'exposition, ainsi qu'en fait foi la note ci-après de M. V. Mathien, ingénieur-chef de service aciers spéciaux et laboratoires physique de cette société.

Stand de la S. A. d'Ougrée-Marihaye

Le stand d'Ougrée-Marihaye a pour unique but de montrer aux visiteurs que, même dans une usine sidérurgique à forte production, il est indispensable de faire des contrôles scientifiques à tous les stades de fabrication.

Un grand panneau schématise la circulation entre les différents services des divers produits : charbon, coke, gaz de four à coke, minerai, gaz de haut fourneau, fonte, acier, laitier, eau, vapeur, air comprimé, courant électrique, etc. Des fils de couleurs appropriées relient les différents

points de ce schéma aux essais correspondants groupés en contrôles thermiques, contrôles physiques, contrôles chimiques, contrôles mécaniques et contrôles spéciaux.

Les différents contrôles sont représentés par des diapositives des principaux appareils de mesure ou d'essais.

Mais, pour faire fonctionner tous ces appareils scientifiques, il est nécessaire de former le personnel technique. C'est pour cette raison qu'une bijoutière montre les cours et le programme de l'École technique d'Ougrée-Marihaye.

D'autre part, afin de retirer de tous les essais le meilleur résultat possible, une autre bijoutière donne le schéma de l'organisation « Etudes métallurgiques » qui a pour mission de coordonner les recherches et de les adapter aux desiderata de la direction ou des clients.

Enfin, deux bijoutières placées au centre du stand renferment des objets fabriqués au moyen d'aciers de qualité ou d'aciers spéciaux alliés élaborés dans nos usines. D'une part, on peut voir des électrodes pour soudures, de la laine d'acier, des tôles Watt pour stators ou rotors de moteurs électriques ou pour transformateurs, d'autre part, des objets en acier inoxydable tels que casseroles, plats, ravieres, etc., en 18/8, pièces pour industrie chimique en 18/8, couteaux, etc., en acier inoxydable trempant au chrome.

Stand de la S. A. John Cockerill

Dans le stand de la S. A. John Cockerill, le même programme était réalisé sous une autre forme, celle de l'application de la recherche scientifique et du contrôle industriel à certains produits caractéristiques. Le plus impressionnant était certes l'ensemble formé par un arbre coudé, une bielle, une crosse, une tige de piston et un piston d'un grand moteur Diesel marin. Toutes les parties étaient accompagnées de fiches analytiques de contrôle chimique et mécanique des aciers, avec indication complète des traitements métallurgiques subis. Cet ensemble donnait une idée bien nette de la précision du contrôle d'un produit métallurgique d'importance mécanique capitale et suggérait même, pour des pièces volumineuses cependant, la notion de métallurgie de qualité.

Dans un domaine plus apparenté à l'ossature métallique, la S. A. John Cockerill exposait des photographies et des tableaux donnant des résultats d'essais sur les profilés en tôles minces embouties et soudées par points, du système Multifer Grisard. Un autre objet, tout à fait original, et neuf, était l'appareil de torsion réalisé par la division Construction mécanique de la S. A. John Cockerill. Il est décrit dans la note ci-après,

remise obligeamment par les soins de M. Maggy, ingénieur à cette division.

« Ayant à faire exécuter, sur des caissons soudés, des essais de torsion excédant la force des machines de torsion disponibles, la Société Cockerill a appliqué un procédé (breveté) permettant de faire usage d'une machine de traction.

» A chaque extrémité de l'éprouvette (fig. 649) est calée une poulie sur laquelle agissent deux brins de câble créant un couple pur. Les quatre câbles sont attachés par deux palonniers tirés par la machine de traction. Celle-ci peut être ainsi rendue capable de tordre des éprouvettes beaucoup plus fortes que celles qu'elle est susceptible de déformer ou rompre par traction. Il est aisé d'adapter à l'appareil des dispositifs de mesure.

« Les essais ont été faits, avec un entier succès, aux Laboratoires de l'Institut du Génie civil de l'Université de Liège. »

La figure 649 montre le dispositif de torsion en fonctionnement dans la machine de traction de 100 tonnes. Le moment de torsion maximum applicable statiquement est de 40.000 kgm. Cette disposition a été rendue possible par les caractères spéciaux de cette machine de traction, destinée à l'essai d'éléments de construction importants et de grandes dimensions. Cette machine a été employée pour l'essai de modèles de nœuds à grande échelle, même d'assemblages de goussets rivés en vraie grandeur. L'appareil de torsion de la S. A. John Cockerill a été établi pour s'adapter à cette machine et il a fonctionné à la perfection. Sa puissance exceptionnelle permet d'expérimenter avec efficacité le domaine encore peu exploré de la torsion des profils composés pleins ou évidés, à une échelle assez grande. Il y a là une voie ouverte à de nouvelles recherches et susceptible d'engendrer des progrès de la charpente métallique, notamment pour les charpentes mobiles, qui sont fréquemment sollicitées par torsion. Comme la machine de traction en question est également un pulsateur, elle permet de faire des essais de torsion pulsants, ce qui, à ma connaissance, n'a pas été fait à cette échelle et peut présenter le plus grand intérêt pour des pièces de machine (arbres et coudés) soumis à des torsions variables. On voit donc que cette machine est d'un intérêt exceptionnel et elle a vivement retenu l'attention des spécialistes les plus éminents de l'essai des matériaux.

Avant de quitter la participation industrielle, signalons un stand relatif à l'importante question de la protection par les peintures des constructions métalliques contre la corrosion, celui des Usines Cristallin, à Alleur-lez-Ans. Cette Société

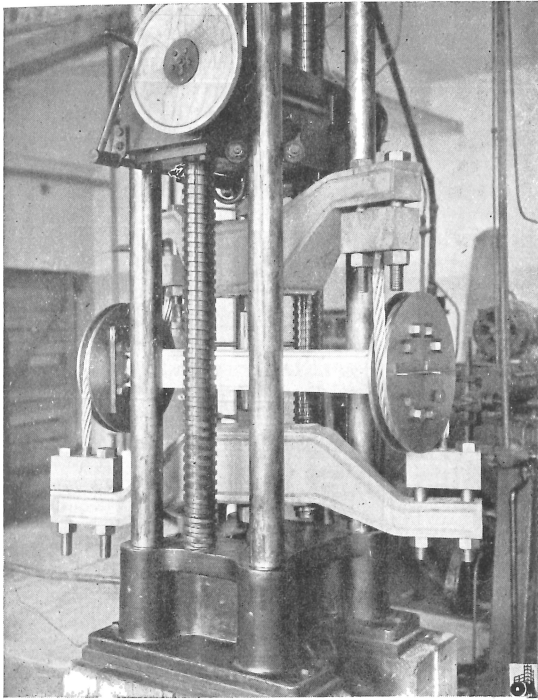


Fig. 649. Machine de traction adaptée pour effectuer des mesures de torsion.

exposait principalement des résultats d'essais de laboratoire à l'appui des qualités de ses produits, notamment du Rust-Lack destiné à supprimer la nécessité du décapage total des surfaces rouillées avant peinture et à neutraliser la pellicule de rouille adhérente qui subsiste après un nettoyage sérieux de ces surfaces. Elle montrait aussi les résultats d'épreuves sur ses peintures protectrices spéciales.

*
**

En ce qui concerne la recherche relative aux constructions métalliques, on trouvait dans le Laboratoire de stabilité du professeur Albert de Marneffe un micro-influentiomètre de Magnel, appareil connu, et divers modèles de constructions en acier (ou aussi en béton) ayant servi dans cet appareil, notamment le modèle de la poutre Vierendeel du pont tournant soudé du Muide à Gand, dont il a été question dans *L'Osature Métallique*, n° 6, de novembre-décembre 1933.

Dans un autre ordre d'idées, les Laboratoires d'essais des constructions du génie civil, sous

ma direction, exposaient leurs équipement, appareillage et matériel courants pour la recherche, l'essai et le contrôle des constructions métalliques aux laboratoires, dans les usines et sur le chantier. Notons :

La machine de traction Amsler déjà citée, de 100 tonnes de capacité statique et 80 tonnes de capacité en pulsation, permettant l'essai de pièces de 2^m25 de longueur;

La presse de flambage Amsler de 500 tonnes, de 6^m40 de hauteur, permettant aussi la flexion de pièces de fortes dimensions;

La presse Amsler de 1.000 tonnes de 2^m25 de hauteur, permettant l'essai de gros éléments, tels des appareils d'appuis, des étaçons, etc.;

Un grand mouton de choc Amsler, de 400 kgm;

Un grand nombre de presses, machines de traction et moutons-pendules de plus petites capacités, parmi lesquelles la presse de 20 tonnes, de 1^m50 de longueur et à maintien de charge constante, a servi notamment à des essais de fluage d'aciers à la température ordinaire;

Divers duromètres (Brinell, Rockwell, Vickers);

Un appareil de radiographie Baltographe à 250 kV, pour l'étude et le contrôle des soudures notamment;

Un Magnétoflux pour la détection magnétique des fissures;

De très nombreux instruments de mesure, dont des déformètres et extensomètres Gécé, des fleximètres Gécé et les clinomètres Gécé, à lames flexibles, à rappel certain et sans jeu, sont construits par les Laboratoires selon les indications du D^r R. Dantinne, chef de travaux. Ils présentent de nombreuses particularités pratiques et commodes, inspirées de l'expérience acquise par l'usage de ces instruments. Leur sensibilité a pu être rendue très grande par l'emploi de micromètres au 1/1.000^e de mm ⁽¹⁾.

Cet équipement intéressant et bien approprié devait être complété pour l'exposition par un pulsateur Amsler de ± 25 tonnes, à sollicitation alternée. Malheureusement, en dépit des efforts du fournisseur, il n'a pu être expédié à temps pour figurer au Salon, mais il sera mis incessamment en service.

Je suis du moins parvenu à présenter en état de fonctionnement (ce qui est probablement la plus importante des réalisations définitives montrées à l'exposition) l'équipement de la grande machine universelle de la halle expérimentale des Laboratoires d'essais des constructions du génie civil (fig. 644).

⁽¹⁾ Cf. l'étude de M. R. Dantinne dans le *Bulletin du Centre d'études, d'essais et de recherches scientifiques des constructions du génie civil et d'hydraulique fluviale* (C. E. R. F. S.) tome II, Liège 1947.

Cette halle a été projetée dès sa conception, en 1931, pour cette destination ⁽¹⁾. A cet effet, on y avait foncé, en cours de travaux, dix pieux Franki aptes à résister à des efforts de soulèvement évalués à 25 tonnes minimum par pieu.

Les premiers éléments de l'équipement mécanique avaient été acquis en 1939 et je m'apprêtais à entreprendre l'aménagement complet lorsque la guerre vint empêcher cette réalisation.

A la fin des hostilités, la halle était détruite par deux bombes de 1.000 kg qui l'avaient atteinte en mai 1944. Elle a été reconstruite et les têtes des pieux ont été réunies par un puissant plateau en béton armé, pourvu de rainures en acier coulé qui en font une gigantesque taque d'essai.

Sur cette taque, on peut attacher, par des montants standardisés à trous et broches, fixés par des pieds en acier coulé dans les rainures, tous les éléments de constructions imaginables, jusqu'à 20 mètres de portée, 6 à 8 mètres de largeur et 4 mètres de hauteur. Les montants sont calculés pour résister à 25 tonnes de traction statique et 12,5 tonnes dynamiquement.

La puissance mécanique d'essai est actuellement fournie par deux pulsateurs Amsler du plus grand format et du nouveau modèle; ils peuvent fonctionner séparément ou accouplés mécaniquement. Pour les essais statiques, il existe un dynamomètre à pendule avec pompe à huile et maintien de charge constante du modèle 1939 et deux dispositifs semblables du dernier modèle, tous de fabrication Amsler.

Par le moyen de distributeurs spéciaux, ces pulsateurs et les dynamomètres peuvent actionner dynamiquement et statiquement des vérins Amsler, dont l'équipement actuel comporte un jeu de

- 2 vérins de 50 tonnes, statiques et pulsants;
- 2 vérins de 30 tonnes, statiques et pulsants;
- 4 vérins de 20 tonnes, statiques et pulsants;
- 2 vérins de 20 tonnes, statiques et pulsants.

La puissance totale actuelle est donc de 280 tonnes, dont 240 tonnes en pulsation; elle sera portée ultérieurement à 500 tonnes de capacité pulsante.

Pendant l'exposition, les visiteurs ont pu voir dans la halle expérimentale une démonstration de sollicitation pulsante d'un châssis en acier coulé spécial de boggie d'automotrice électrique, produit par les Usines E. Henricot, à Court-Saint-Etienne. Une grande poutre en béton armé, de 6 mètres de portée libre, armée de barres Toris-teg en acier à haute résistance et à adhérence

⁽¹⁾ Cf. F. CAMPUS : *Constructions du Génie Civil*, R. U. M février 1938.

renforcée, fournies par la S. A. d'Ougrée-Marihay, présentait au public une démonstration de l'élasticité du béton armé soumis à une sollicitation pulsatoire. Cette poutre avait été bétonnée par les soins de la Compagnie Internationale des Pieux Franki, qui avait également exécuté des poutres en béton destinées à être précontraintes et à servir ensuite à des démonstrations de sollicitation répétée. Malheureusement, elles n'ont pu être prêtes à temps pour le Salon.

Néanmoins, la démonstration a été faite que la grande machine à grande puissance que constitue la halle expérimentale permet tous les essais statiques et dynamiques sur des éléments de construction et des modèles de grandes dimensions.

Elle ouvre donc des perspectives très étendues pour les essais scientifiques et les recherches industrielles à grande échelle relatives à la construction métallique.

Fermes, poutres, ponts, cadres et portiques, châssis, pylônes, mâts, poutres continues, assemblages de toutes natures, tuyaux, cuvelages, il n'est pas d'éléments métalliques de grandes dimensions qui ne puissent être essayés dans cette machine universelle et soumis aux sollicitations les plus diverses.

Un équipement de ponts roulants, qui a été détruit avec la première halle mais qui va être rétabli, permet toutes les manutentions. Il est intéressant de rappeler que dans le chantier expérimental à ciel ouvert, contigu à la halle expérimentale, un groupe de douze pieux Franki battus dans le sol permet d'édifier une construction dont le poids peut s'élever en toute sécurité jusqu'à 900 tonnes, ce qui permet de procéder à des essais de charge sur des ensembles dont les dimensions dépasseraient encore les capacités volumétriques de la halle.

*

**

Dans l'esprit de ses promoteurs, le Salon international de la Recherche scientifique et du Contrôle industriel était tout entier orienté vers l'avenir; il devait favoriser le rééquipement scientifique de l'industrie et des institutions de recherche. Son retentissement a dépassé ce but; il a été aussi grand à l'étranger que dans le pays.

Il a eu en outre des conséquences durables immédiates, car il a augmenté l'équipement national de recherche scientifique par les nombreux appareils présentés à l'Exposition et qui sont restés dans le pays. Cet enrichissement a été très important dans le domaine de la métallurgie de l'acier et aussi, ainsi qu'il vient d'être montré, dans celui des possibilités de recherches en matière de constructions métalliques.

F. C.