

UNIVERSITÉ DE LIÈGE

—
Cours de Construction du Génie Civil
—

N° 72

**Quelques observations sur la construction,
les dégâts par faits de guerre
et la réparation de la charpente soudée
de l'Institut du Génie Civil à Liège**

par

F. CAMPUS

Professeur à l'Université de Liège

Tirage à part extrait du Rapport final
du Troisième Congrès de l'Association Internationale
des Ponts et Charpentes

Liège – 13-18 septembre 1948

**Quelques observations sur la construction,
les dégâts par faits de guerre
et la réparation de la charpente soudée
de l'Institut du Génie Civil à Liège**

**Einige Betrachtungen über die Konstruktion, die Kriegsschäden
und den Wiederaufbau des geschweissten Stahlhochbaus
des Institut du Génie Civil in Lüttich**

**A few remarks concerning the construction,
war damage and repairs to the welded frame-work of the Institute
of Civil Engineering at Liege**

F. CAMPUS

Professeur à l'Université de Liège

L'ossature métallique de l'Institut du Génie Civil de l'Université de Liège a été brièvement caractérisée dans la *Publication préliminaire* du Congrès de Berlin en 1936 ⁽¹⁾. Rappelons qu'elle a été édiflée au cours de l'hiver 1932-1933 sous forme de charpente continue à cadres étagés à nœuds rigides, entièrement soudée en acier au C-Mn-Cu 58/65. Elle a été exécutée sans incidents notables. Elle a été l'objet d'essais qui ont été relatés dans la *Publication préliminaire précitée* ⁽²⁾. Les mesures ont donné des résultats confirmant les calculs du projet. La charpente terminée a été légèrement enrobée de béton (5 cm d'épaisseur hors-tout) et a servi de support à des hourdis continus en béton armé. La figure 1 représente un aspect de la charpente lors du montage.

L'Institut du Génie Civil a subi de violents bombardements aériens en mai 1944, par suite de sa proximité du pont de chemin de fer du Val-Benoît sur la Meuse et de la grande gare de formation de Kinkempois. La figure 2 indique les points de chute des bombes : 14 fermes sur 25 ont été endommagées, dont plusieurs par des coups directs, les autres par suite des actions d'impact et de souffle transmises par les hourdis.

Le temps qui m'est imparti est insuffisant pour décrire en détail les

⁽¹⁾ F. CAMPUS et A. SPOLIANSKY, *Progrès réalisés de 1932 à 1936 dans l'application de l'acier en Belgique.*

⁽²⁾ Rapport précité et F. CAMPUS, *Nœuds rigides de charpentes métalliques continues.*

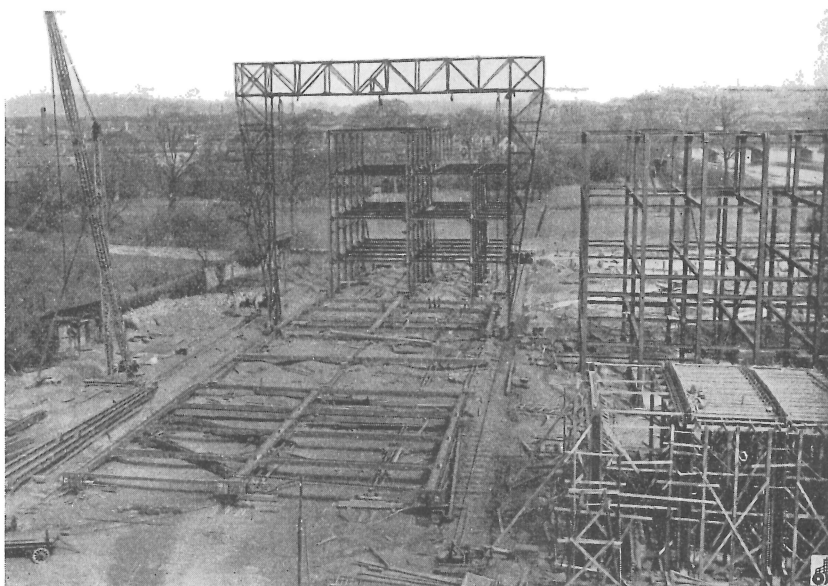
dégâts constatés. Je renvoie à ce sujet à une étude plus circonstanciée qui paraîtra prochainement dans la revue *L'Ossature Métallique*, rédigée en collaboration avec MM. Louis et Galler ⁽¹⁾.

L'acier et les soudures se sont bien comportés.

Il n'y avait que des soudures d'angle, généralement latérales. Beaucoup de ces soudures ont été rompues, surtout les soudures discontinues assemblant les plats de renfort aux ailes des colonnes et des poutres. Le décollement de ces plats par fissuration des soudures a été la dégradation la plus commune. Quelques poutres, touchées directement ou de très près, ont été rompues ou le plus souvent fortement déformées.

Les nœuds soudés ont bien résisté. Ils ont été, dans certains cas, décollés des colonnes en raison des fortes déformations des poutres, mais, bien que les principales soudures soient aux nœuds, ceux-ci n'ont pas été des centres de dégâts particuliers. Quelques colonnes, touchées aussi directement ou de très près, ont été rompues, fissurées ou déformées, mais il n'y a eu aucun effondrement, même dans le cas d'une bombe ayant explosé au pied d'une colonne, contre sa fondation. Il est permis d'affirmer que cette charpente entièrement soudée en acier 58/65 a remarquablement résisté à une épreuve d'une violence considérable et totalement imprévue.

Incidentement, je signale que l'ossature rivée continue, en acier 42/50, de l'Institut de Chimie-Métallurgie, voisin du précédent, a été également atteinte par les bombes, mais avec moins de gravité. Cependant, l'importance relative des dégâts n'a nullement été moindre que pour la charpente soudée en acier 58/65.



Clichés *L'Ossature Métallique*.

Fig. 1. Charpente métallique des blocs des laboratoires; l'assemblage des formes par soudure au sol est à noter, le revilage se faisant au moyen du portique visible au centre de la figure.

⁽¹⁾ Voir *L'Ossature métallique*, décembre 1948 et février 1949.

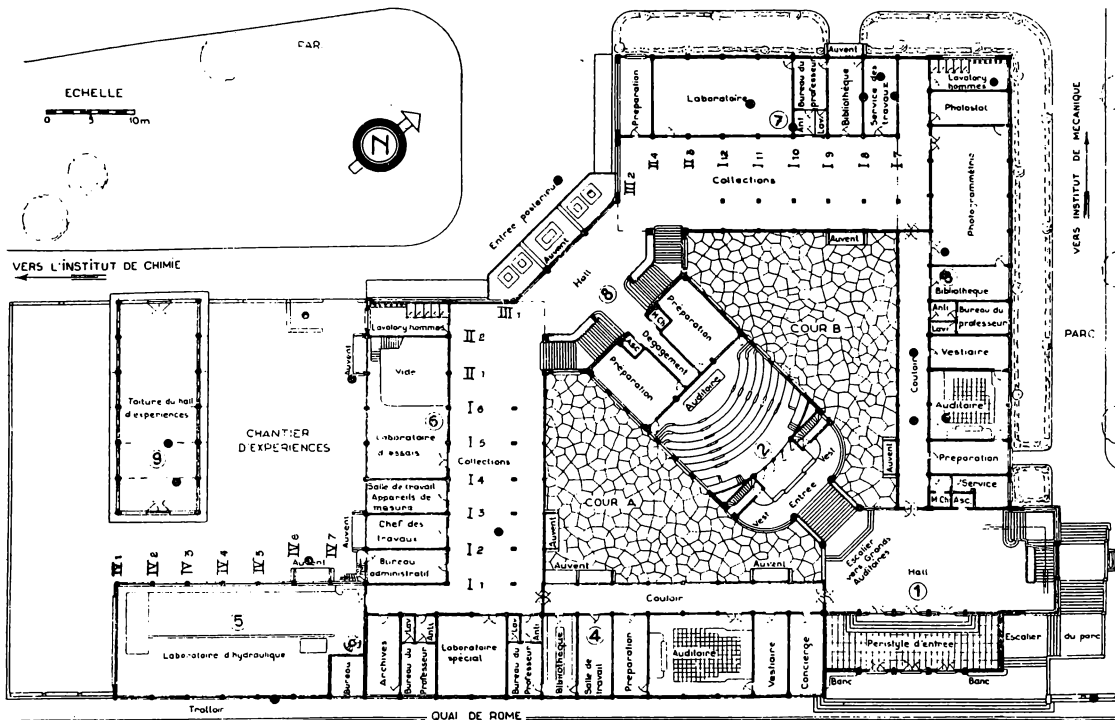


Fig. 2. Plan d'ensemble des instituts universitaires du Val-Benoît (Liège).

La réparation a été effectuée par la S. A. d'Ougrée-Marihaye, qui avait édifié l'ossature. Elle a été principalement réalisée par soudure, avec emploi de quelques joints boulonnés pour éviter les effets du retrait et placés en des points où le déformement résultant du percage est sans effet. Il a été fait usage d'acier 55/65 à haute soudabilité. Il est difficile de rendre compte dans un temps aussi court des caractères d'un tel travail de réparation, qui comporte essentiellement une somme de détails particuliers. A cet égard, je dois me borner à renvoyer aussi à l'étude annoncée plus haut. Elle permettra de se rendre compte comment les dispositions de la charpente ont non seulement limité la gravité des dégâts, mais ont aussi facilité leur réparation. Tout le travail de restauration a demandé 15 tonnes d'acier, soit 2,5 % environ du poids total de l'ossature, qui est de 595 tonnes. Cette faible proportion caractérise bien la méthode de travail, qui a consisté à conserver partout où c'était possible et dans toute la mesure possible les matériaux primitifs, en les redressant à la forme initiale, en reconstituant leurs assemblages, etc. Pour le surplus, on a remplacé les parties brisées par un minimum de matériaux neufs, ce qui a donné lieu à une véritable prothèse métallique opérée avec des soins entièrement assurés et avec un succès complet.

Les figures 3, 4, 5 et 6 montrent quelques aspects caractéristiques de dégâts et de réparations.

Il me paraît intéressant de souligner ici le point le plus digne de remarque pour une discussion, celui des qualités de l'acier. En 1932, ce

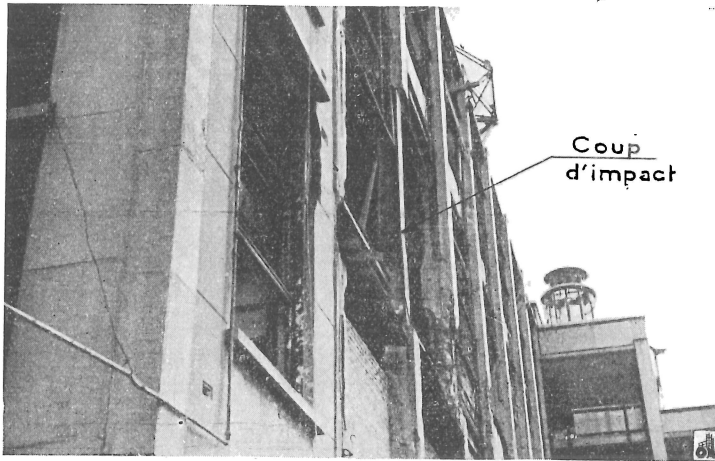


Fig. 3. Vue de la ferme II₁.

n'est pas sans un examen préalable attentif que l'on a admis l'acier 58/65. On a pris en considération le caractère de sollicitation de la charpente, les dimensions de ses éléments et la disposition des assemblages, réduisant les soudures au minimum et n'utilisant que des cordons d'angles latéraux, de faibles dimensions et faciles à souder. Encore a-t-on maintenu pour les éléments portant les soudures principales (goussets, plats cintrés et embases) l'acier 42/50. Les éléments de loin prédominants en acier 58/65 ne comportaient que des soudures secondaires, faibles et peu nombreuses.

Le facteur déterminant a cependant été, bien plus que les essais préalables d'orientation, l'expérience acquise par le constructeur dans la soudure de cet acier, couramment pratiquée dans les palplanches.

La décision a été pleinement justifiée par le succès de la construction et par la tenue sous l'épreuve exceptionnelle du bombardement.

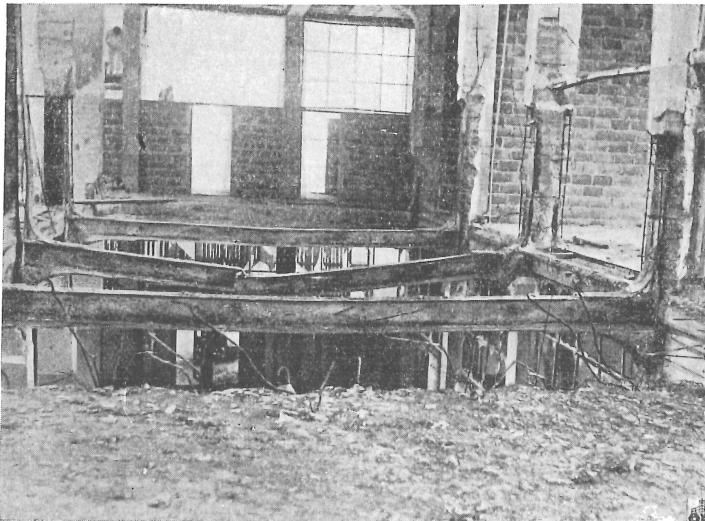


Fig. 4. Vue partielle de l'aile sud montrant la ferme I₃.

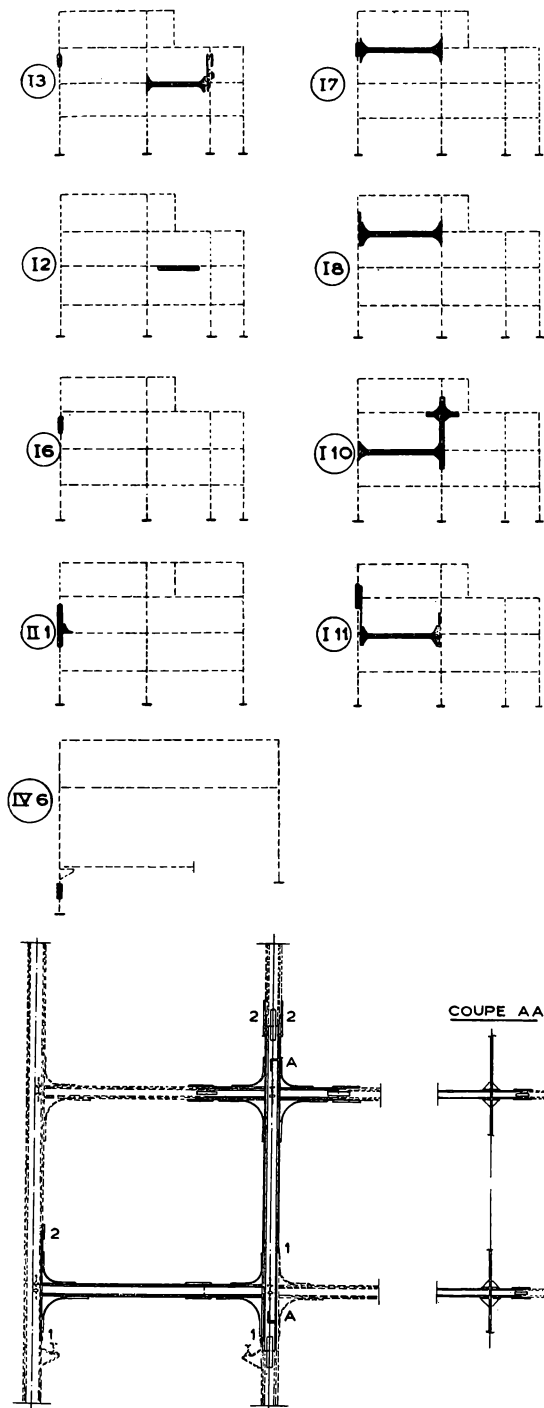


Fig. 5. Schémas des réparations des colonnes et poutres.

Nonobstant ces faits probants, des hésitations très importantes ont été manifestées par le même constructeur au sujet de l'emploi d'un acier de même nuance pour la réparation, et il ne s'y est finalement décidé que moyennant l'emploi d'un acier d'élaboration particulièrement soignée. Or, les parties à remplacer subissaient des traitements sans aucun danger, cependant que dans les parties anciennes, dans l'acier primitif, on a redressé des pièces déformées, procédé à des chauffés locaux, à des pliages, etc., tous genres de traitements susceptibles de produire des écrouissages, des vieillissements ou d'autres phénomènes analogues tant redoutés actuellement. Tout s'est passé sans incidents, parce que la conception, la préparation et l'exécution du travail, éléments primordiaux, ont été exemplaires. Mais il est caractéristique que ces éléments n'aient pas été estimés à leur juste valeur et que, en dépit de preuves matérielles et pratiques, les nouvelles idées répandues sur la pri-

Fig. 6. Réparations de la ferme I₁₀ montrant les joints de semelle :

- 1. - Soudure en bout.
- 2. - Couvre-joint fixé par cordons latéraux.

mauté de la qualité de l'acier en matière de construction soudée ont conduit à considérer comme indignes de confiance et non convaincants les résultats de l'expérience et à leur préférer l'application de notions purement formelles. Ceci est, à mon avis, l'indice que l'équilibre n'est pas encore retrouvé en matière de constructions soudées.

Résumé

Cette ossature a été édiflée au cours de l'hiver 1932-1933 sous forme de cadres continus à nœuds rigides, en acier 58/65 au C-Mn-Cu, entièrement soudée. Il n'y a pas eu d'incidents. Les essais ont donné des résultats confirmant les calculs du projet. La charpente a été légèrement enrobée de béton.

L'Institut du Génie Civil a subi d'importants bombardements aériens en 1944 : 14 fermes sur 25 ont été endommagées. Plusieurs ont reçu des coups directs. La résistance a été excellente; les dégâts ont été localisés. Ils sont sommairement décrits.

La réparation a été effectuée en acier 56/65. Elle a exigé 15 tonnes d'acier (pour un poids total de 595 tonnes de la charpente). Certains points de cette véritable prothèse métallique sont sommairement présentés.

Zusammenfassung

Dieser Bau, der aus durchlaufenden Rahmen mit steifen Knotenpunkten aus Stahl 58/65, C-Mn-Cu besteht, wurde im Laufe des Winters 1932-1933 ausgeführt. Die ganze Konstruktion wurde geschweisst. Unfälle haben sich nicht ereignet. Die Versuchsergebnisse stimmen mit den Berechnungen überein. Die Stahlkonstruktion wurde leicht mit Beton ummantelt.

Das Institut wurde im Jahre 1944 bombardiert, wobei 14 von den 25 Bindern beschädigt wurden. Mehrere hatten sogar Volltreffer erhalten. Die Widerstandsfähigkeit war ausgezeichnet; es traten nur lokale Schäden auf, die in der vorliegenden Arbeit kurz beschrieben sind.

Die Wiederherstellung erfolgte mit Stahl 56/65. Es wurden davon 15 Tonnen benötigt bei einem Gesamtgewicht der Konstruktion von 595 Tonnen. Einige Punkte dieses Wiederaufbaus werden erläutert.

Summary

This framework was erected during the winter 1932-1933 in the form of continuous frames with rigid joints, made of 58/65 C-Mn-Cu steel, entirely welded. There were no mishaps. Test results confirmed the design. The framework was slightly encased in concrete.

The Institute of Civil Engineering was severely bombed in 1944 : 14 main frames out of 25 were damaged. Several received direct hits. Their resistance was excellent; damage was localized. They are summarily described.

Repairs were made with 56/65 steel. They required 15 tons of steel (for a total weight of the framework of 595 tons). Certain points of this restoration are summarily shown.