

L'OSSATURE MÉTALLIQUE

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER

7^e ANNÉE - N^{os} 7-8

JUILLET-AOÛT 1938

Les nouveaux bâtiments de l'Institut de Chimie et de Métallurgie et de l'Institut du Génie Civil de l'Université de Liège

Les nouvelles installations du Val-Benoît

L'Ecole des Mines de l'Université de Liège a célébré avec éclat, le 25 novembre dernier, en présence du roi Léopold III, le centenaire de sa fondation.

Cet anniversaire coïncida avec l'inauguration des nouveaux locaux de la Faculté des Sciences Appliquées, construits dans une vaste propriété, d'une superficie de 10 hectares, s'étendant en bordure de la Meuse, le long du quai de Rome, aux confins et au Sud de la ville de Liège. Ces terrains dépendaient de l'ancienne abbaye du Val-Benoît, dont certains bâtiments ont été conservés (1).

Ce vaste terrain a été aménagé pour recevoir les bâtiments suivants (fig. 454):

- 1° L'Institut de Chimie et de Métallurgie;
- 2° L'Institut du Génie Civil;
- 3° Une Centrale thermo-électrique et un Laboratoire de thermo-dynamique;
- 4° Un Institut de Mécanique;
- 5° Un Institut des Sciences minérales;
- 6° Eventuellement, un Institut Electro-Technique.

Les trois premiers bâtiments sont achevés; le quatrième est en cours de construction.

Ces bâtiments ont tous ceci de particulier, qu'ils comportent deux rez-de-chaussée, le ter-

(1) La *Revue Universelle des Mines*, organe de l'Association des Ingénieurs sortis de l'Ecole de Liège, a consacré un numéro spécial (n° 2, février 1938) de plus de 200 pages à la description de ces nouvelles installations universitaires.

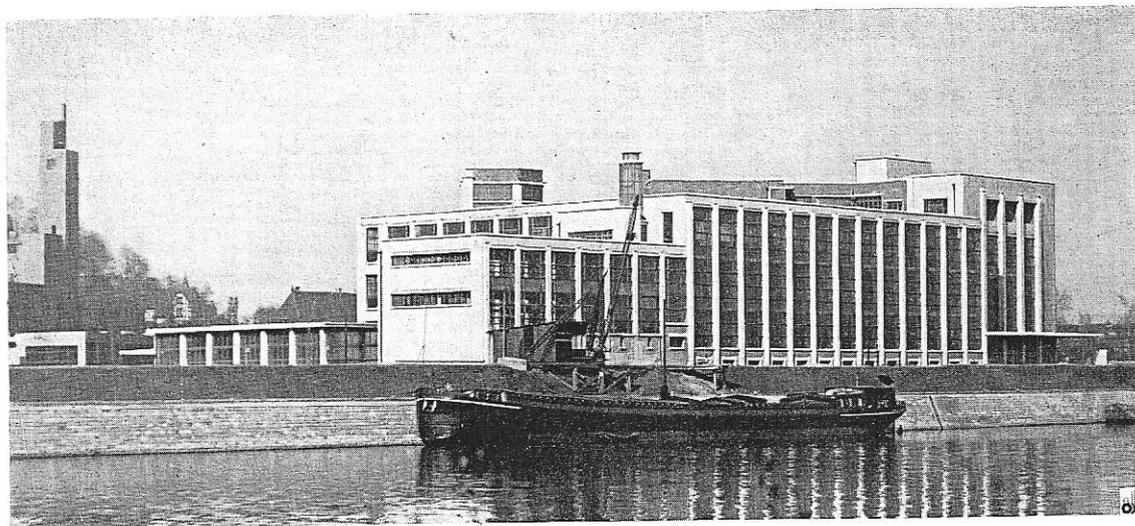


Fig. 453. Le bâtiment du Génie Civil de l'Université de Liège.

N° 7-8 - 1938



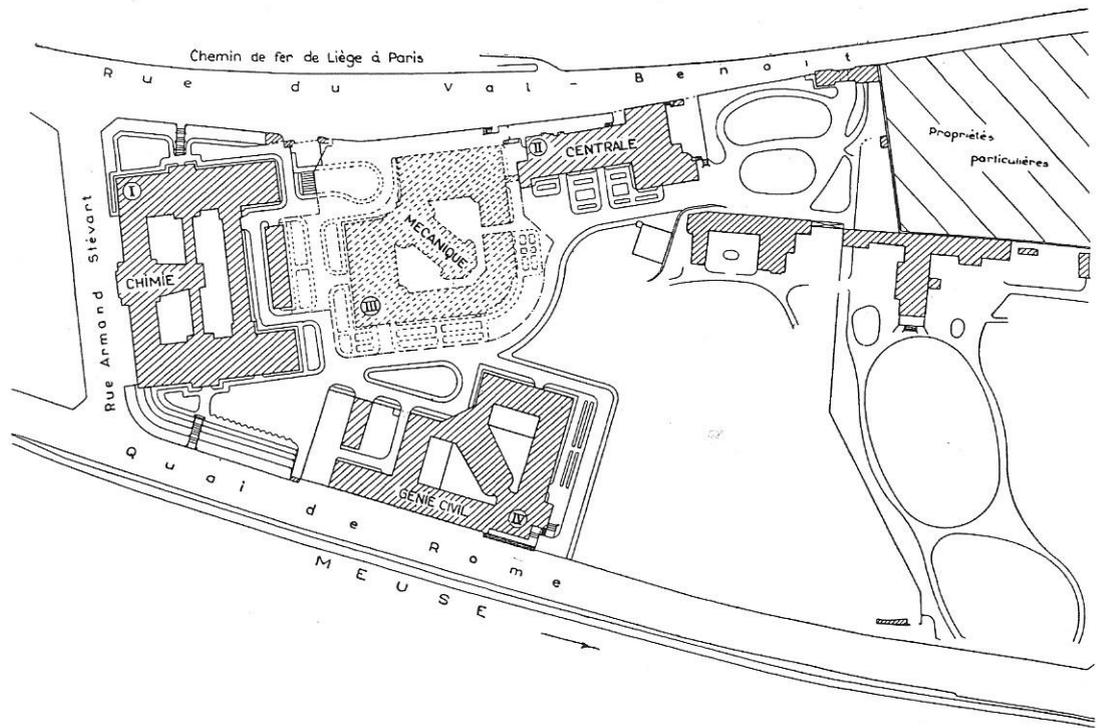


Fig. 454. Plan général de situation des nouveaux bâtiments universitaires du Val-Benoît à Liège

rain se trouvant en effet en contre-bas des rues et quais qui l'entourent et qui ont été relevés pour empêcher les inondations de la Meuse lors des crues. Cette sujétion a constitué une difficulté d'aménagement dans bien des cas.

La superficie non bâtie a été soigneusement ordonnée de façon à situer les locaux universitaires dans un cadre de verdure. On a eu soin de respecter, dans la mesure du possible, les arbres existants. Une ancienne construction Renaissance et un pavillon d'entrée de l'Abbaye, qui ont pu être utilisés pour des services administratifs auxiliaires, ont été maintenus dans un angle du terrain.

Quant aux bâtiments nouveaux, les architectes n'ont pas voulu se laisser dominer par le souci de réaliser des effets de façade; ils se sont préoccupés avant tout de répondre aux exigences très précises d'un enseignement supérieur qui doit se tenir au courant de l'évolution de la technique. La construction de ces bâtiments a été faite en mettant en œuvre les procédés les plus modernes et en tirant des matériaux de construction le maximum de rendement.

Les différents bâtiments construits à l'heure actuelle prouvent, par leur harmonie et par leur diversité, qu'une telle façon de voir conduit à des réalisations d'une belle esthétique où apparaît la forte personnalité du maître de l'œuvre.

Les installations intérieures et les équipements

techniques ont également fait l'objet du grand soin et l'on peut considérer ces nouvelles installations universitaires comme des modèles de genre.

Au point de vue constructif, les bâtiments de l'Institut de Chimie et de Métallurgie et de l'Institut du Génie Civil, conçus principalement avec une ossature métallique continue, sont notamment d'un grand intérêt et font l'objet de la description ci-après.

Considérations techniques générales

L'étude technique des nouveaux bâtiments a été entièrement effectuée par un Bureau Technique créé par l'Université et placé sous la direction du professeur F. Campus. Ce bureau fut également chargé, au fur et à mesure de l'avancement des travaux, de la direction et de la surveillance des chantiers.

Les problèmes délicats que ce Bureau Technique a dû résoudre commencèrent dès les fondations. Le terrain du Val-Benoît se trouve, en effet, à la bordure de la Meuse et sous le niveau des crues. Dans certaines parties il s'agit d'un remblai récent. D'autre part, la nappe aquifère est constituée par des eaux sulphatées qui ont nécessité l'emploi de bétons spéciaux. Toutes les fondations ont été faites sur pieux moulés dans le sol. Ce système s'est avéré d'autant plus indiqué que



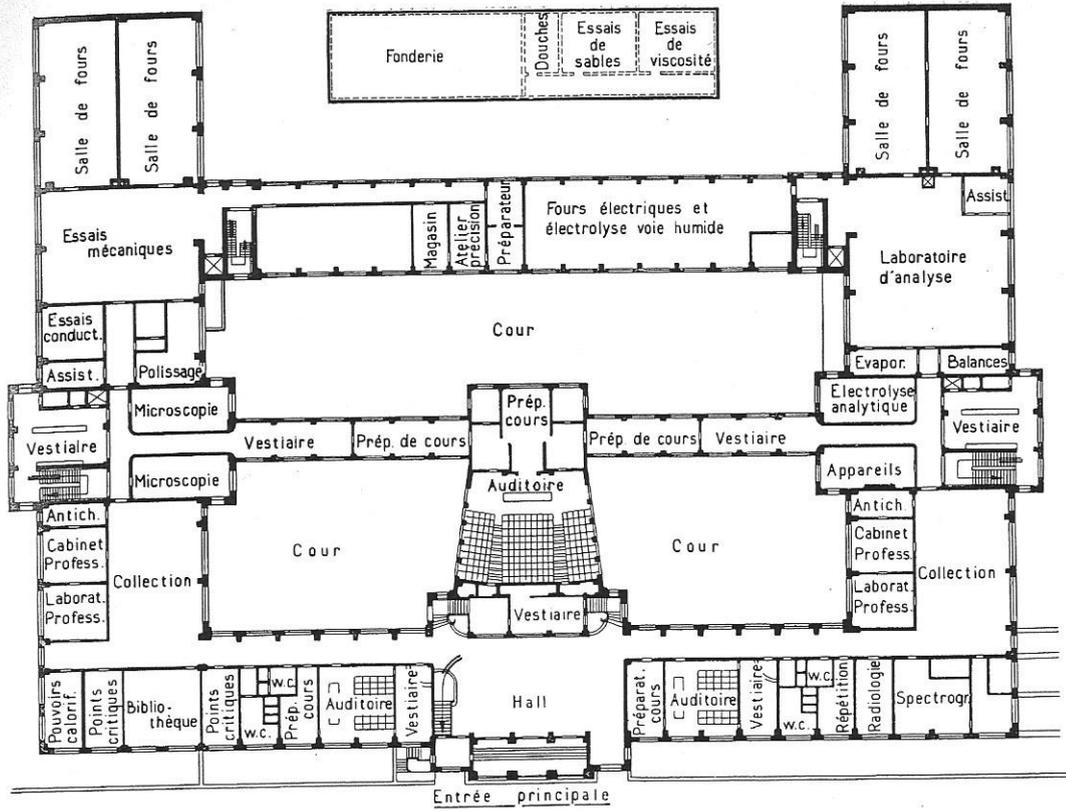


Fig. 455. Plan de l'Institut de Chimie et de Métallurgie.

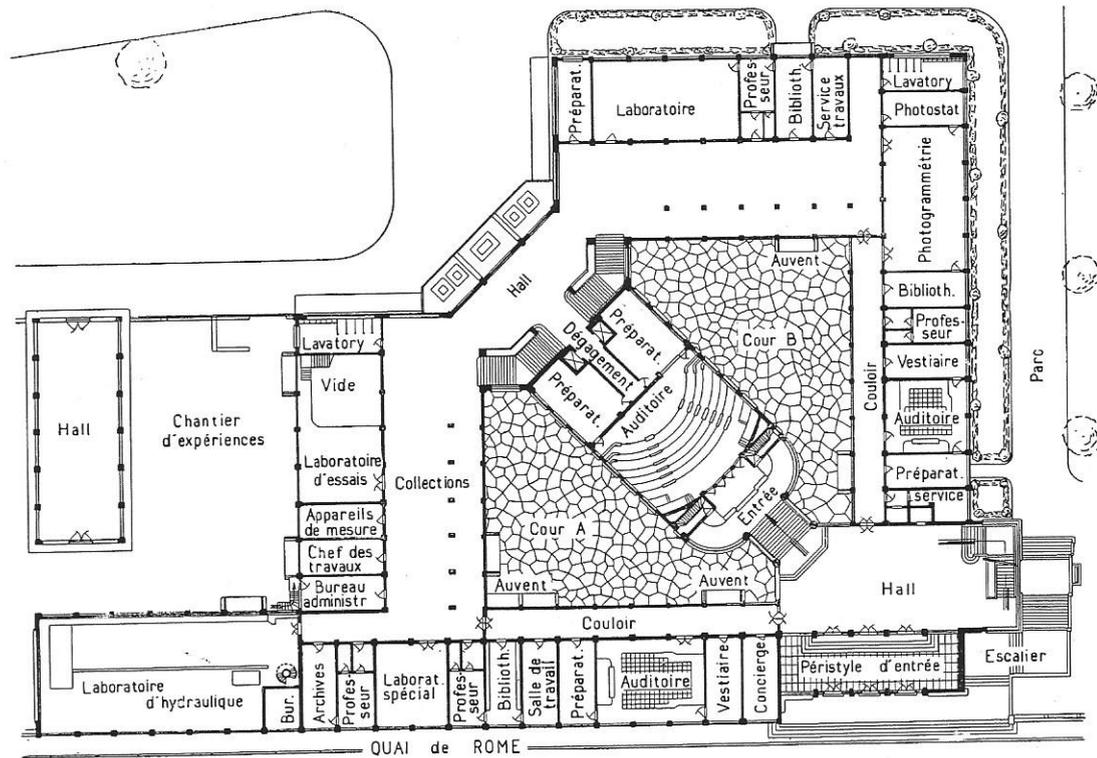


Fig. 456. Plan de l'Institut du Génie Civil.



Fig. 457. Vue générale de l'Institut de Chimie et de Métallurgie.

bâtiments, étant prévus à ossature, reportent leurs charges sur les fondations par quelques points d'appui seulement. Cette conception a également permis de diviser sans difficulté les bâtiments en blocs séparés, dont la dimension maximum n'atteint pas 40 mètres, de façon à permettre des affaissements indépendants.

La conception même des bâtiments a été étudiée de façon à réserver, autant que possible, l'avenir. On a prévu, en conséquence, des bâtiments à ossatures, pour la plupart métalliques, ce qui permet de disposer de vastes surfaces libres de colonnes et de murs intérieurs aux différents étages. Pour tous les instituts, on a réservé la possibilité de déplacer les cloisons et de les ériger aux emplacements les mieux indiqués suivant les nécessités des services qui seront appelés ultérieurement à occuper ces locaux. Cette formule entraîne évidemment la prévision de charges mobiles assez élevées, qui ont atteint 700 kg par m² pour les hourdis et 500 kg par m² pour la charpente. La dépense supplémentaire qui en résulte

est largement compensée par les avantages obtenus et par l'économie qui sera faite lors des transformations, inévitables dans ce type de bâtiment.

Signalons par ailleurs que la prévision de ces surcharges mobiles a nécessité la réalisation d'une construction d'une grande rigidité. Ceci constitue, pour des bâtiments universitaires où sont en service des instruments très sensibles, comme notamment des galvanomètres et des balances de grande précision, un avantage inappréciable. En effet, l'absence de toute vibration a permis de placer ces instruments sans aucune précaution spéciale.

Institut de Chimie et de Métallurgie

L'Institut de Chimie et de Métallurgie a été réalisé d'après les plans de l'architecte A. Puters, professeur à l'Université de Liège. Ce bâtiment a une longueur de 100 mètres et une largeur de 78 mètres. Il a en plan la forme d'un grand U, les ailes de cet U étant réunies par deux galeries



Fig. 458. Un des deux grands auditorios de l'Institut de Chimie et de Métallurgie.

(Clichés Rev. Univ. des Mines.)

Fig. 459. Le hall d'entrée de l'Institut du Génie Civil.



transversales (fig. 455). Il est couronné par une tour de 30 mètres supportant une horloge (fig. 457).

Son plan a fait l'objet d'une étude très soignée de façon à grouper tous les locaux intéressant un même service, et à permettre une circulation indépendante pour les étudiants et les professeurs. L'Institut comporte deux grands auditorios de 170 places chacun et quatre petits auditorios pouvant recevoir une quarantaine d'étudiants. Les deux grands auditorios sont construits à l'intérieur de l'U formé par les bâtiments principaux et sont superposés l'un à l'autre, ce qui a représenté une grosse économie dans le prix des fondations. Trois halls, marqués en façade par des saillies, permettent un accès direct à chacun des services. Les laboratoires, salles de collections et autres locaux ont été meublés et équipés de la façon la plus moderne.

Initialement, le bâtiment avait été prévu à ossature en béton armé, mais comme, en dehors des halls, aucune colonne n'était autorisée à l'inté-

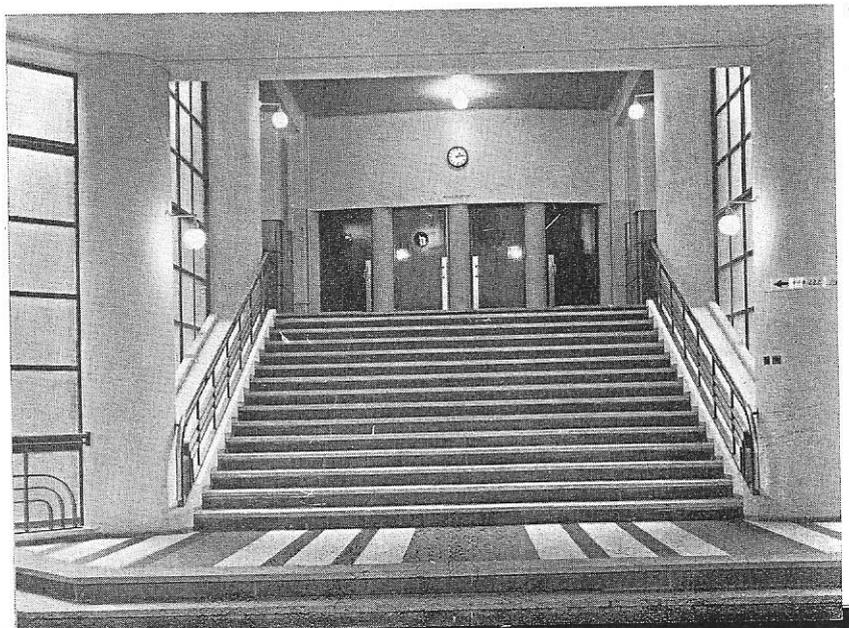
rieur du bâtiment, l'encombrement de l'ossature en béton armé aurait été considérable. Afin de garder aux salles, qui ont 15 mètres de largeur libre, des proportions harmonieuses, on aurait dû augmenter la hauteur prévue d'étage à étage (cette hauteur est de 5 mètres).

Le professeur Campus montra l'intérêt qu'il y avait à employer une ossature métallique conçue d'après le principe des cadres continus étagés à nœuds rigides. Ce principe n'avait pas encore été appliqué en Belgique à cette époque. De cette façon, malgré les grandes portées et malgré l'enrobage, les fermes qui ont 16 mètres d'axe en axe des piliers ne dépassent pas 78 cm de hauteur pour les éléments portants horizontaux, et la hauteur libre dans les salles est toujours supérieure à 4^m16.

Les colonnes de leur côté n'ont, après enrobage, que 0^m95 × 0^m50. Grâce à l'emploi de l'ossature métallique, on a pu réaliser une diminution du volume bâti de 17 % tout en maintenant les mêmes volumes utiles. Cette diminution corres-

Fig. 460. L'escalier d'accès au grand auditorio du rez-de-chaussée de l'Institut du Génie Civil.

(Clichés Rev. Univ. des Mines.)



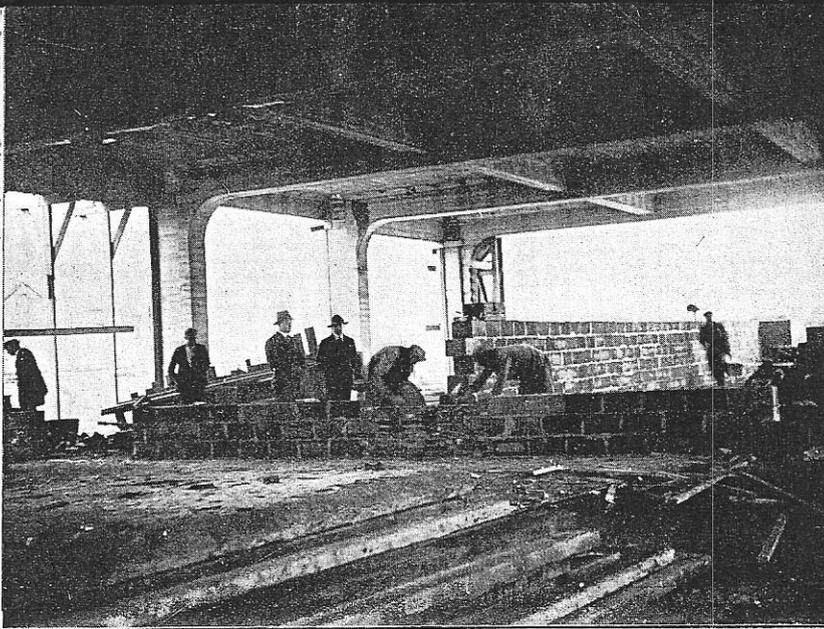


Fig. 461. Les claisons intérieures, dont la construction peut se faire en n'importe quel endroit sont en blocs de cendrée dans l'Institut de Chimie et de Métallurgie.

pond à une économie en hauteur de près de 2 mètres et une économie en largeur d'environ 1 mètre.

La plupart des fermes sont des portiques à deux colonnes distantes de 16 mètres et de deux, trois ou quatre étages. Certaines fermes, notamment pour les halls, comportent trois colonnes et ont une largeur totale de près de 20 mètres. Quelques fermes destinées à l'entrée principale sont à quatre colonnes. L'entre-distance des fermes est partout la même et est égale à 4 mètres.

La principale particularité de cette charpente métallique est constituée par les nœuds d'assemblage rigide, de forme curviligne. On a réalisé des nœuds dont l'arrondi supérieur plus petit se loge dans l'épaisseur des planchers; à la partie inférieure, au contraire, le gousset curviligne est franchement apparent. Les courbes, à la suite des essais effectués par M. Campus, avaient été prévues hyperboliques. Le constructeur a obtenu de les réaliser de forme circulaire, en vue de faciliter l'exécution; dans ce même but, tous les rayons sont identiques.

Une autre particularité de ces fermes est d'être simplement posées sur la fondation, sans boulons d'ancrage. Les colonnes sont munies à leur pied d'une forte tôle de 20 à 24 mm d'épaisseur rigidement assemblée à la colonne par goussets et reposant simplement sur le béton des fondations.

La transmission des moments entre les poutres horizontales et les colonnes a permis de réaliser une économie considérable sur l'ensemble de l'ossature et principalement sur les poutres horizontales. Celles-ci ont été calculées comme fortement encastées à leurs deux extrémités. L'augmentation de la sollicitation dans les colonnes est faible,

car les efforts longitudinaux restent prépondérants.

Le professeur Campus a profité de la construction de cette ossature pour faire une série d'essais, en vraie grandeur, sur l'ensemble des fermes et vérifier ainsi le bien-fondé des hypothèses faites lors du calcul et lors des essais de nœuds à plus petite échelle.

Le résultat de ces recherches a fait l'objet d'un important mémoire qui a été couronné du prix Charles Lemaire de la Classe des Sciences de l'Académie Royale de Belgique (période 1930-1932) ⁽¹⁾. Ces essais ont confirmé l'exactitude des investigations et des méthodes de calcul mises en œuvre. On a noté que le degré d'encastrement des goussets curvilignes employés était voisin de l'unité. La faible importance relative des moments au pied des colonnes a justifié la suppression des boulons d'ancrage. Après enrobage, des essais ont été poursuivis et ils ont montré l'accroissement considérable de rigidité dû à l'enrobage.

Le poids total de cette charpente, qui a été réalisée par la *Société Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi*, est de 1817 tonnes.

L'Institut du Génie Civil

L'Institut du Génie Civil est l'œuvre de l'architecte J. Moutschen, professeur à l'Académie Royale des Beaux-Arts de Liège. Il est situé en bordure du quai de Rome et, comme les autres bâtiments, comporte une dénivellation de plus de 2 mètres entre ses deux façades. Il comprend essentielle-

⁽¹⁾ Voir dans le bulletin de la Classe des Sciences, tome XLVI, 1932-12, pp. 1011-1014, le rapport des commissaires délégués pour l'attribution du Prix Ch. Lemaire.



Fig. 462. Porte cochère en acier de 10 mètres de largeur, s'effaçant dans le sol.

(Cliché Rev. Univ. des Mines.)



ment deux grandes ailes réunies par un hall d'entrée conduisant au grand amphithéâtre situé dans le plan bissecteur des deux ailes. Les deux grands auditorios sont situés l'un au-dessus de l'autre. Les deux ailes principales sont en charpente métallique soudée et enrobée. Cette ossature a été réalisée d'après les mêmes principes que celle de l'Institut de Chimie-Métallurgie, mais, contrairement à celle-ci, elle est entièrement soudée.

Les soumissions remises lors de l'adjudication de ce bâtiment ont permis de se rendre compte de l'intérêt du type de charpente préconisé. En effet, les différents contre-projets soumis ont montré l'influence de la continuité, de la soudure et des aciers à haute résistance sur le poids de cette ossature.

Un des soumissionnaires a proposé la suppression des encastresments. Il en résultait une augmentation de poids de 12 % et une forte augmentation de la hauteur des poutres horizontales. De même, des contre-propositions en construction rivée ont permis d'évaluer entre 8 % et 10 % l'économie due à la soudure. Enfin, l'emploi d'acier à haute résistance s'est traduit par une diminution en poids d'environ 10 %.

Ces différents contre-projets montrent l'intérêt de réaliser une construction métallique continue, en acier à haute résistance et avec des assemblages soudés.

A l'époque où fut réalisée la charpente de l'Institut du Génie Civil, l'emploi de la soudure et d'un acier à haute résistance constituait une innovation très hardie. La réussite parfaite de cette construction est soulignée par le fait que, depuis lors, d'autres bâtiments ont été réalisés d'après la même conception.

Les murs extérieurs du bâtiment du Génie Civil sont entièrement en porte-à-faux et sont supportés par des consoles situées à chaque étage. Ces murs ne possèdent aucune fondation. Une telle solution est d'un grand intérêt, car elle permet d'utiliser au mieux la façade extérieure. D'autre part, pour une construction à ossature métallique, l'encombrement des colonnes n'est pas suffisamment grand pour constituer une gêne dans des bâtiments universitaires. Cette façon de faire constitue également, selon toute vraisemblance, une innovation en Belgique.

Toute l'ossature a été enrobée de béton ou de maçonnerie. Cet enrobage a été indirectement considéré dans les calculs en augmentant le taux de travail jusqu'à 20 kg par mm².

Le montage des deux bâtiments de l'Institut du Génie Civil a été effectué de façons très différentes. Les fermes de l'aile qui ne comporte que des portiques à deux étages furent montées à leur place définitive au moyen d'assemblages provisoires, puis, après réglage, les soudures furent effectuées. Pour l'autre aile de bâtiment, au contraire, les éléments constituant une ferme furent assemblés les uns aux autres à terre. Cette opération se faisait en deux fois : on effectuait d'abord toutes les soudures d'un côté de la ferme, puis celle-ci était retournée, malgré ses dimensions qui atteignaient 20 × 20 mètres, et la seconde moitié des soudures était effectuée. La mise en place définitive était alors faite. La manutention de grandes fermes a été rendue possible grâce à un vaste portique en treillis enjambant entièrement le bâtiment (fig. 465).

Cette deuxième formule de montage a permis de faire d'importantes économies pour l'exécution des soudures, qui ont été à peu près toutes

N° 7-8 - 1938



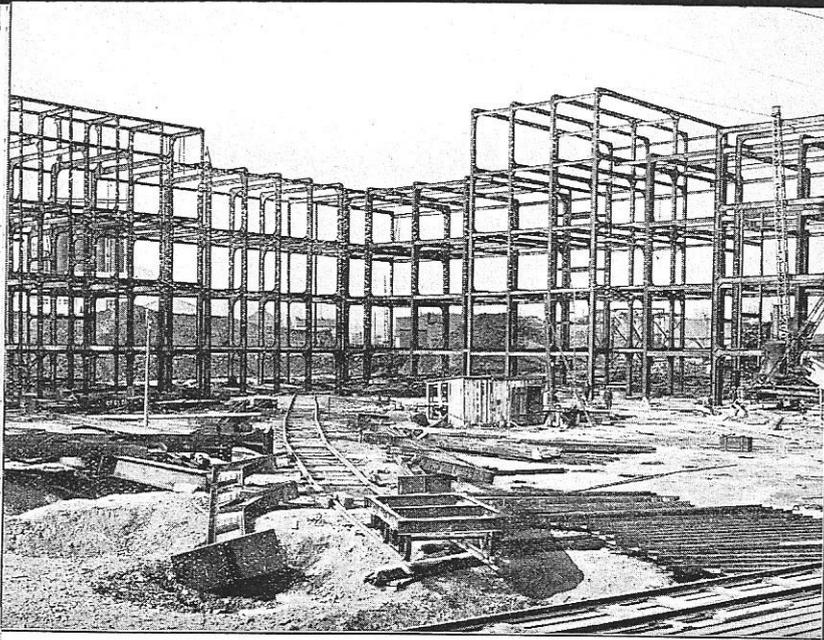


Fig. 463. L'ossature métallique rivée de l'Institut de Chimie et de Métallurgie.

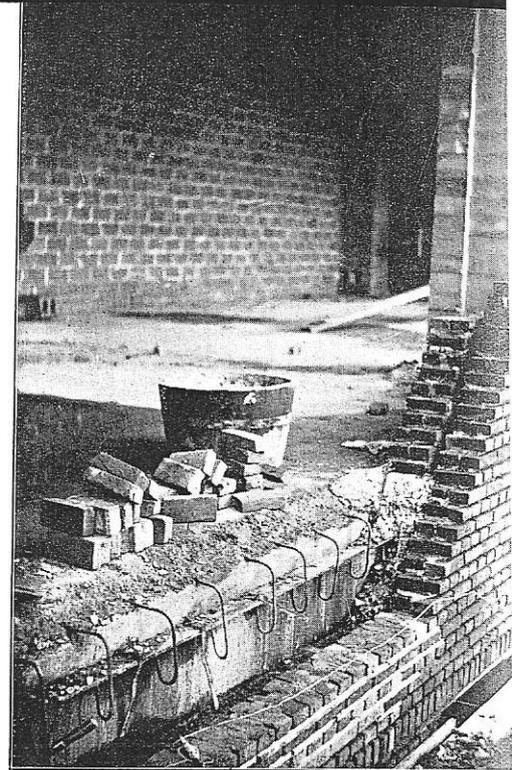


Fig. 464. Construction d'un mur extérieur.

effectuées à terre, dans des conditions aisées. La soudure d'une charpente montée exige, en effet, des échafaudages confortables, complétés en hiver par des abris provisoires.

L'ossature de ces bâtiments a été construite par la S. A. d'Ougrée-Marihaye.

Le parachèvement des bâtiments

Les châssis de fenêtres et vitrages

Les châssis sont tous métalliques, en acier ordinaire comportant des additions de 0,2 à 0,3 % de cuivre. M. I. Sternbach, ingénieur attaché à la Direction technique, justifie ainsi ce choix :

« Châssis en bois ou métalliques? Simple question et non dilemme, car la réponse est immédiate : châssis métalliques.

» En effet, le béton armé et la charpente métallique, introduits couramment dans la construction moderne, permettent actuellement d'appliquer largement, sans hésiter et sans autres difficultés d'ordre constructif, ce postulat important : « Air et Lumière », vers la réalisation duquel tendait de tout temps l'art de bâtir, digne de ce nom. Il importe d'ailleurs que cette tendance reste dans des limites raisonnables, l'expérience montrant qu'un excès de vitrages entraîne

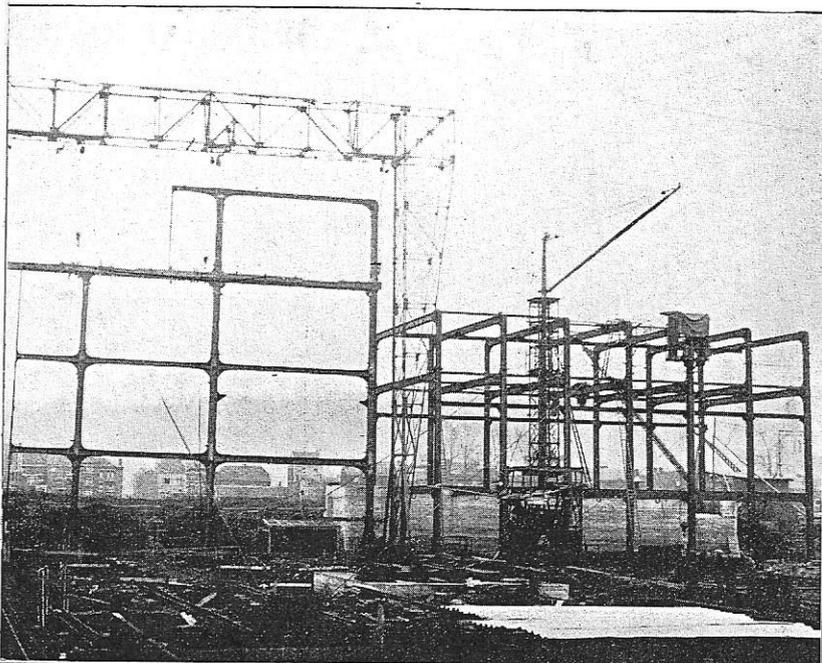


Fig. 465. Montage, au moyen d'un portique, de l'ossature métallique entièrement soudée de l'Institut du Génie Civil.

(Clichés Rev. Univ. des Mines.)

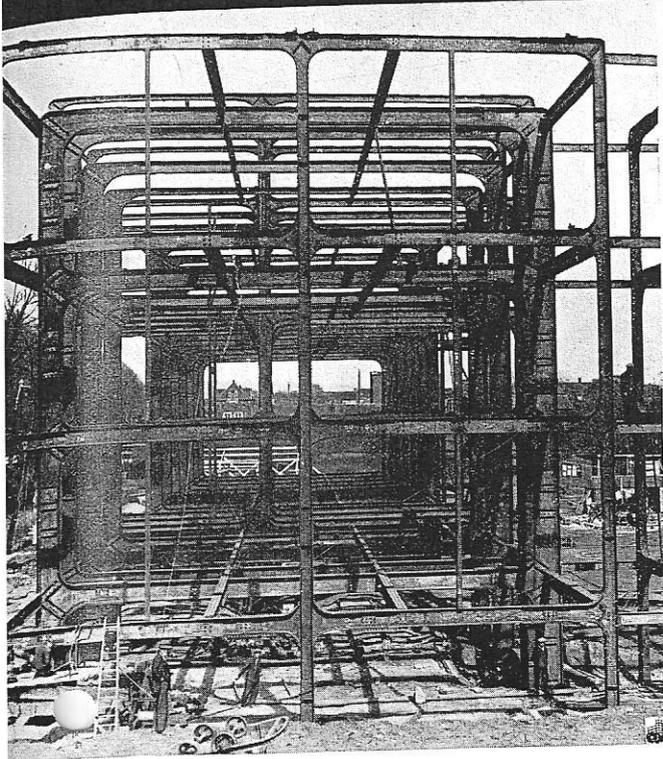


Fig. 467. Détail de l'ossature de l'Institut de Chimie et de Métallurgie montrant les goussets arrondis.

de réels inconvénients tant pour la construction que dans l'usage.

» Les baies deviennent de plus en plus larges de telle sorte que le bois, d'une résistance à la flexion insuffisante, ne peut plus convenir pour la confection des châssis; la limite supérieure de la largeur des baies, qui permette une utilisation économique du bois, est de 2 mètres; or, comme aux Instituts Universitaires du Val-Benoît des largeurs de 5^m60 et davantage sont courantes et qu'elles ne descendent que dans des cas exceptionnels en dessous de 2^m50, on a été amené par la force des choses à adopter des châssis métalliques. »

Les châssis ont été traités soit par parkérisation, soit par métallisation, soit par galvanisation à chaud.

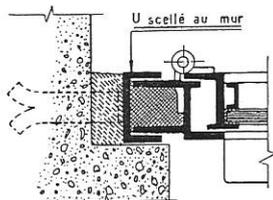


Fig. 468. Détail de fixation d'un châssis au droit d'un joint de dilatation.

Etant donné leurs très grandes dimensions — l'un des châssis a en effet 15 mètres de largeur et 12^m 50 de hauteur — ces châssis ont fait l'objet d'études spéciales. Nous donnons ci-après deux coupes dans un châssis montrant les profils à double frappe mis en œuvre (fig. 466).

Les châssis situés au droit des nombreux joints de dilatation ont été fixés de façon particulière aux murs (fig. 468): on a prévu des montants en fer U, fraisés à l'intérieur, scellés aux murs, et dans lesquels les montants extrêmes des châssis s'adaptent et peuvent glisser. L'étanchéité de ce dispositif est assurée par un mastic ne durcissant pas.

Dans l'Institut du Génie Civil on a placé des châssis vitrés continus sur quatre étages de hauteur. Ces châssis sont constitués à chaque étage par des allèges qui comprennent extérieurement un verre épais strié de 15 mm d'épaisseur,

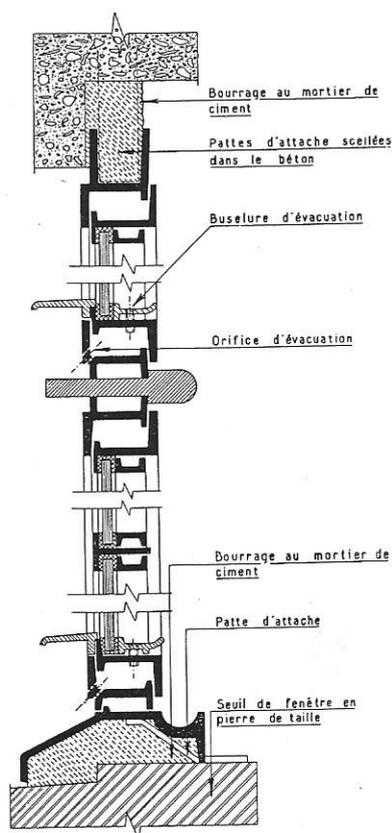


Fig. 466. Coupes horizontale et verticale dans un châssis.



doublé d'une couche de 3,5 cm d'épaisseur d'amiante projeté sur une plaque d'Eternit et appliqué contre le verre. Intérieurement on a placé une cloison basse de 10 cm d'épaisseur en béton armé. Ce système présente quelques inconvénients dus au grand degré hygroscopique de l'amiante.

Planchers, murs et cloisons

Les hourdis de planchers sont en béton armé; ils ont été calculés de façon à pouvoir supporter le poids de cloisons placées en n'importe quel endroit.

Tous les murs extérieurs sont à double épaisseur. Extérieurement, il a été employé de la brique de qualité ou des plaques de 10 cm d'épaisseur de pierre bleue. La fixation de ces pierres a été faite au moyen d'agrafes plates en métal inoxydable solidarissant les deux parties du mur. Intérieurement, on a employé des briques ordinaires.

Les cloisons intérieures sont en briques creuses de cendrée pour le premier bâtiment. Dans le second bâtiment, on a renoncé à ce matériau pour lui préférer des briques de bims.

Equipements divers

L'équipement des bâtiments a été étudié et réalisé avec le plus grand soin. La Direction technique a tenu à prévoir largement toutes les installations de façon à faire face à toutes les nécessités futures. Etant donné l'importance des équipements des laboratoires, toutes les canalisations et installations d'électricité, de gaz, d'eau, sont très importantes et ont fait l'objet d'études très poussées.

Le chauffage central et, en grande partie, l'électricité sont fournis à tous les bâtiments par la

Centrale thermo-électrique. Celle-ci est connectée au réseau de la LINALUX, qui groupe les producteurs industriels de la région; la centrale prend ou fournit du courant, selon les circonstances, à cette société.

Signalons, à titre documentaire, que l'ensemble des bâtiments construits est muni de 8 ponts roulants, 6 ascenseurs de 500 kg, 4 monte-charges de 1.000 kg, etc.

Les installations et appareils très modernes, dont ont été équipés les laboratoires, ont fait l'objet de longues descriptions dans le numéro 2 de février 1938 de *La Revue Universelle des Mines*.

Bibliographie

Revue Universelle des Mines, n° 2, février 1938 :

Les nouvelles installations de la Faculté des Sciences appliquées, par M. DEHALU.

L'Institut de Chimie et de Métallurgie, par A. PUTERS.

L'Institut du Génie Civil, par J. MOUTSCHEN.

Les Instituts de la Faculté des Sciences appliquées. La Direction technique, par F. CAMPUS.

Les travaux de parachèvement des Instituts universitaires du Val-Benoît, par I. STERNBACH.

La Charpente métallique rivée et enrobée de l'Institut de Chimie et de Métallurgie de l'Université de Liège (au Val-Benoît), par F. CAMPUS. (Mémoire couronné du *Prix Charles Lemaire de la Classe des Sciences de l'Académie Royale de Belgique* pour la période 1930-1932.)

La Soudure électrique, par G. MORESSÉE, *Revue Universelle des Mines*, n° 10, août 1935.

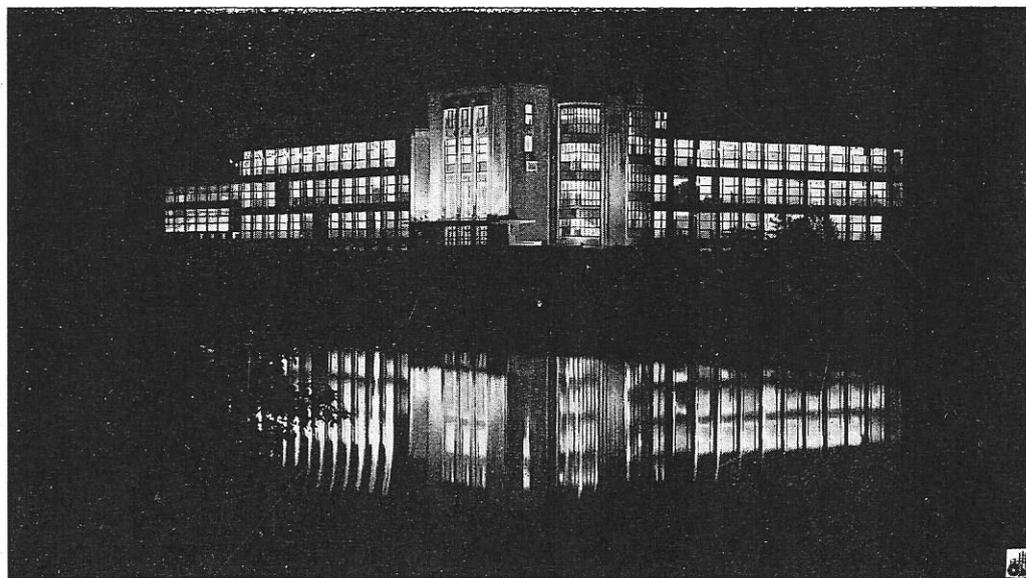


Fig. 469. Vue nocturne du bâtiment du Génie Civil. Noter les grandes surfaces vitrées.

N° 7-8 - 1938

