

**Zeitschrift:** Bulletin de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes  
**Band:** 19 (1893)  
**Heft:** 6 & 7

**Artikel:** Le béton de ciment armé: procédé Hennebique  
**Autor:** Mollins, S. de  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-17497>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 15.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

a) de présenter, soit aux assemblées de délégués soit à l'assemblée générale, les critiques formulées ci-dessus contre le système du pourcentage ou éventuellement contre celui des tarifs basés sur la longueur kilométrique.

b) De faire leur possible pour que ces systèmes, s'ils étaient adoptés fussent amendés et expliqués, ainsi que nous l'avons fait ci-dessus à propos du tarif des mécaniciens et électriciens par l'introduction des articles 2 et 3 en remplacement des articles 1 et 2 du texte allemand.

2° Dans le cas où ces amendements ne seraient pas acceptés par la Société suisse, la Société vaudoise ne patronnera et ne publiera que des tarifs précédés de ces amendements.

Ces décisions sont applicables à tous les tarifs d'honoraires pour les diverses spécialités des travaux d'ingénieurs.

Lausanne, le 19 juin 1893.

Pour la Commission,

ALPH. VAUTIER, ingénieur.

Le comité de la société vaudoise a fait parvenir à celui de la société suisse un certain nombre d'exemplaires du rapport de la commission afin de tenir lieu de l'envoi de délégués à l'assemblée de Lucerne.

D'après le compte-rendu de la *Schweizerische Bauzeitung* cette assemblée a accepté les projets de tarifs préparés par le comité central sans tenir compte des demandes de notre commission.

Le système du pourcentage a également été adopté pour le tarif des travaux des ingénieurs constructeurs dont le texte n'a été transmis à notre comité que peu de jours avant l'assemblée générale. Il soulèverait donc les mêmes critiques que celui visé spécialement par la commission.

La Rédaction.

N. B. Notre collègue M. Palaz s'étant absenté du pays n'a pas eu connaissance des conclusions mais bien des considérants. Son adhésion est donc réservée.

Le reste de la Commission est unanime.

## LE BÉTON DE CIMENT ARMÉ

PROCÉDÉ HENNEBIQUE

par S. DE MOLLINS, ingénieur.

(Planches n°s 22 et 23.)

Depuis une dizaine d'années, des recherches ont été faites aux Etats-Unis, en Angleterre, en Allemagne, en vue de la protection des pièces de fer et de fonte contre le feu; l'expérience a démontré que c'est le béton de ciment Portland artificiel qui se prête le mieux à cet usage. Ces essais ont prouvé en outre l'adhérence considérable qui existe entre le fer et le ciment. M. Hennebique, ingénieur français, résidant à Bruxelles, a tiré un excellent parti de ces observations, en composant des poutres et des tabliers-monolithes dans lesquels le fer judicieusement disposé ne travaille qu'à la traction, laissant au béton la résistance à la compression, pour laquelle il est si bien approprié. Reconnaissant dans l'espèce l'inutilité des fers double T,

M. Hennebique les a remplacés par des tirants en fer rond disposés à la partie inférieure des pièces, et pour ainsi dire scellés à la partie supérieure de ces pièces par des étriers en fer plats échelonnés sur la longueur des poutres ou hourdis. Ces étriers constituent une innovation heureuse, et marquent le point le plus intéressant des brevets Hennebique; ils s'opposent à l'effort tranchant et à la force rasante, tandis que le tiran inférieur combat le moment fléchissant.

Ainsi constituées les poutres et hourdis présentent un assemblage plastique remarquable, et une force de cohésion considérable. Ils offrent l'avantage que le fer noyé dans le ciment est parfaitement protégé contre l'action atmosphérique et l'oxydation, ainsi que contre l'action simultanée du feu et de l'eau en cas d'incendie. Les coefficients de dilatation du fer et du ciment étant sensiblement les mêmes, l'expérience a prouvé qu'aucune dislocation n'est à craindre. Ce système présente en outre l'avantage de la rapidité de l'exécution, de la suppression des gros fers à double T remplacés par de simples barres rondes en fer ou en acier. Il résulte également de son emploi une grande facilité d'ancrage, la liaison parfaite de l'ensemble au point de vue des secousses terrestres ou des trépidations; enfin la suppression de l'entretien, et une durée qui peut être considérée comme illimitée, étant donné les propriétés récemment découvertes au béton de ciment Portland artificiel, qui dans de nombreuses expériences faites sur les carapaces des forts a seul résisté aux nouveaux explosifs: ceci grâce à une ténacité et à une élasticité particulières. La résistance du béton de ciment à l'écrasement est énorme, son durcissement est trois fois plus fort au bout d'un an<sup>1</sup>, qu'au bout des trente jours de délai d'épreuve fixé par M. Hennebique. Par conséquent, ce mode d'opérer réserve pour l'avenir une augmentation de force considérable, et constitue une marge de sécurité largement double de celle que donnent les constructions en fer les mieux établies.

L'économie du système est évidente puisque la section du tirant rond est toujours moindre que celle de la partie du fer à double T qu'elle remplace. De plus l'épaisseur des tabliers ou hourdis Hennebique varie de 0<sup>m</sup>08 à 0<sup>m</sup>16; correspondant à des hourdis sur fer de 0<sup>m</sup>15 à 0<sup>m</sup>25; il y a de ce chef une économie de place et une diminution de poids mort qu'il importe de signaler. Ce mode de construction se plie à toutes les exigences, il convient à toutes les portées, et peut ainsi rendre des services considérables.

De nombreuses applications de ce système sont déjà faites dans le nord de la France et en Belgique; nous citerons celles-ci:

L'importante minoterie de Don avait été détruite par un incendie, quoiqu'elle fût construite entièrement en fer et en briques; elle est actuellement rebâtie en béton de ciment armé (planche 22), sauf les gros murs des façades; les planchers portent une surcharge de 1600 kg. par mètre carré, ils ont été essayés à 3200 kg.; ces planchers sont portés sur les parois des silos remplaçant des colonnes; les silos doivent résister à des efforts très considérables résultant des avalanches de grains ou de farine.

Les silos à farine ou farinières sont au nombre de neuf,

<sup>1</sup> *Nouvelles annales de la construction*, tome X, page 141.

ils contiennent chacun 65 tonnes de farine soit 585 000 kg.  
 Les silos à blé sont au nombre de dix, ils contiennent . . . . . 650 000 »  
 Les 1820 mètres carrés de planchers décrits plus haut portent 1600 kg. par mètre carré, soit ensemble . . . . . 2 880 000 »

Total, 4 415 000 kg.

On peut donc emmagasiner le poids considérable de 4115 tonnes de blé et farines. Les colonnes en béton armé du rez-de-chaussée portent chacune 180 tonnes.

L'épreuve des silos a consisté dans l'emmagasinage rapide de 70 tonnes de gravier ; cette épreuve n'a provoqué aucune flexion, aucune déformation appréciable.

Les minoteries de Brebières près Douai ont reconstruit leurs vastes magasins en béton de ciment armé.

Plus importants que ceux de Don les silos de Brebières contiennent chacun 250 tonnes de blé au lieu de 65, ou, ensemble 3000 tonnes au lieu de 1235 tonnes ; ces silos ont 18 m. de hauteur. La minoterie de MM. Vinchon père et fils à Guise (Aisne) a aussi adopté le béton de ciment armé ; un hourdis de ce moulin, ayant 12 centimètres d'épaisseur, a reçu le choc d'un broyeur à cylindre, tombant d'une hauteur de 1<sup>m</sup>50 et pesant 2000 kg. Le béton armé n'a présenté aucun indice de détérioration après ce choc qui eût certainement percé une voussette. Ces applications importantes aux minoteries prouvent que leurs auteurs ont su apprécier, outre la résistance et l'économie de ce système, les avantages résultant pour eux du fait que les rongeurs ne trouvent aucun refuge dans ce genre de construction monolithique, et que la dureté des bétons de ciment ne se prête à aucune désagrégation de matières pouvant se mélanger aux farines.

A Tourcoing le peignage de laines de M. J. Desurmont, d'une superficie de 4000 mètres carrés, est construit en voutains de béton de ciment retombant sur un tirant rond (planche 23), ils sont armés de fers transversaux de 12 mm. et portent sur des poutres maîtresses reposant elles-mêmes sur des colonnes en ciment munies de goussets. Les planchers portent une surcharge de 400 kg. par mètre carré ; ils ont été essayés à 800 kg. au moyen d'une charge formée de 15 000 kg. de sable en sacs placée au milieu des poutres. Les flexions constatées ont varié de 2 à 5 millimètres, l'élasticité des poutres essayées a été parfaite.

De très beaux travaux ont été exécutés à Lille (Nord). Les docks et magasins généraux de Lille possèdent des poutres en béton armé, de 8<sup>m</sup>30 de portée, sur des colonnes en ciment, supportant un plancher formé de poutres secondaires de 20/36, de 4<sup>m</sup>57 de portée, espacées de 2<sup>m</sup>77 portant elles-mêmes un hourdis de 0<sup>m</sup>14. Ces poutres de 20/36 sont armées de deux fers ronds de 0<sup>m</sup>035<sup>m</sup>/m, et les hourdis de fers ronds de 0<sup>m</sup>015. La surcharge libre de ce plancher est de 1000 kg. par mètre carré. Sous une charge d'épreuve de 30 000 kg., placés au milieu des poutres secondaires, à raison de 10 000 kg. au centre de chaque poutre, leur flexion maxima n'a été que de 4 millimètres.

Aucune fissure, aucune trace de fatigue ne se sont manifestées.

La raffinerie du sucre de MM. Bernard frères à Lille est

actuellement en voie de reconstruction par ce système, elle possédera 4500 mètres carrés de planchers de 5 à 8 m. de portées ; les surcharges libres de ces planchers varient de 1000 à 3200 kg. par mètre carré : cette construction présente cette particularité que toutes les colonnes et poutres ont été rapidement élevées jusqu'au faite du bâtiment, les hourdis se germinant après coup, au fur et à mesure de l'achèvement des étages.

Nous donnons à la suite de cette figure un projet de plancher pour filature, intéressant en ce qu'il vient d'être exécuté à Saint-Michel de Maurienne, sous notre direction, pour l'un des bâtiments de la Société d'électro-chimie. Cette usine possède également une salle de machine de 21 m. sur 10<sup>m</sup>60, couverte par un plancher Hennebique d'une seule portée, sans colonnes.

Les surcharges libres des planchers de cette usine varient de 500 à 800 kg. par mètre carré. Les portées du bâtiment indiqué (planche 23) sont de cinq mètres.

Sous une charge d'épreuve de 20 000 kg., représentant 800 kg. par mètre carré, une travée de 5 m. sur 5 m. a donné une flexion de 3 millimètres.

Une seconde épreuve consistant en une charge de 37 500 kg. placée sur deux travées contiguës a donné, au centre de la poutre placée dans l'axe, une flexion maxima de 6 millimètres ; l'élasticité des pièces a été parfaite.

Personne avant M. Hennebique n'avait osé constituer, des poutres en béton de ciment armé, pouvant porter des charges aussi fortes, sans employer des fers à double T calculés pour les charges entières. Il a le premier fait travailler le ciment d'une manière normale à la compression en l'armant comme nous l'avons indiqué au commencement de cet article.

Une expérience publique a eu lieu le 11 septembre en présence des membres de la société, aux chantiers de M. Ferrari, rue Maupas à Lausanne, sur une poutrelle de 5<sup>m</sup>22 de portée, posée sur deux appuis.

La section de la poutrelle indiquée dans la figure planche 22 est de 0<sup>m</sup>16 de largeur sur 0<sup>m</sup>21 de hauteur, elle est surmontée d'un hourdis en portafaux de chaque côté, ayant 1<sup>m</sup>50 de largeur sur 0<sup>m</sup>08 d'épaisseur. La poutrelle est armée de deux fers de 30 mm., et le hourdis de fers de 12 mm., espacés de 0<sup>m</sup>25 ; le tout relié par des étriers en fer plat. La poutrelle a résisté à une charge de 5000 kg., son élasticité a été parfaite.

Le coût de cette pièce est le suivant :

*Cube du béton de ciment à prise lente :*

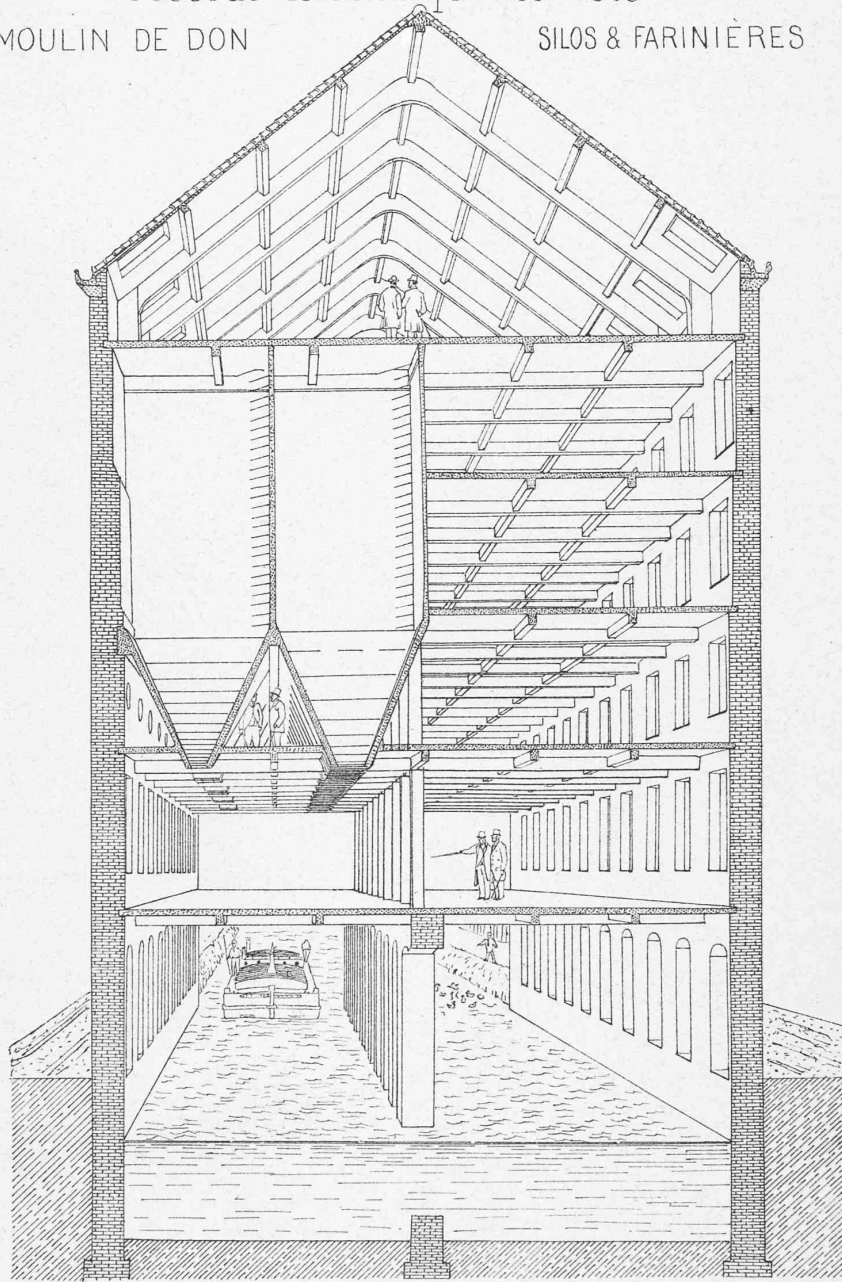
Poutre 5.50 × 0.16 × 0.21 = 0.09  
 Hourdis 5.50 × 1.50 × 0.08 = 0.66 0<sup>m</sup>75 à 55 Fr. 41 25

*Poids du fer employé :*

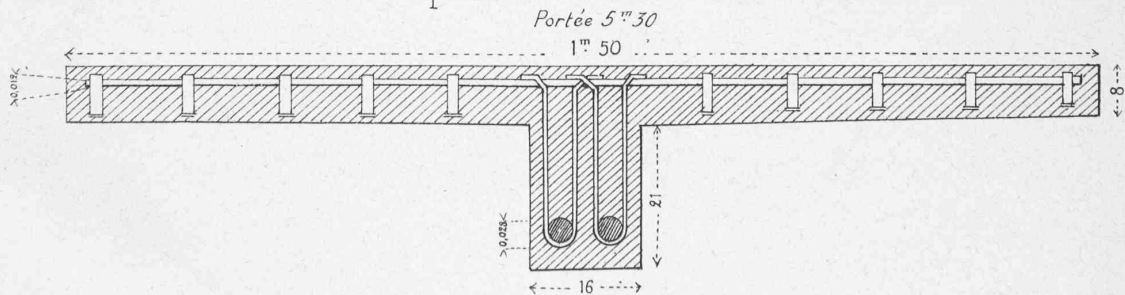
2 barres de 30 mm. de 5.50 = 68 kg.  
 500 étriers de 20/2 » 0.16 = 24 »  
 68 » de 40/3 » 0.60 = 38 »  
 12 barres de 12 » 1.50 = 38 » 163 kg. à 19 Fr. 21 —  
 Cintrage . . . . . 8<sup>m</sup>25 à 1 » 8 25  
 Frais généraux et droits de brevets 15 % . . . » 8 —  
 Bénéfice du cimenteur 10 % . . . . . » 7 —

Total, Fr. 85 50

PLANCHERS & POUTRAISONS EN BÉTON DE CIMENT ARMÉ  
Procédé Hennebique breveté  
MOULIN DE DON SILOS & FARINIÈRES



Poutrelle d'Épreuve exécutée chez M<sup>r</sup> Ferrari.

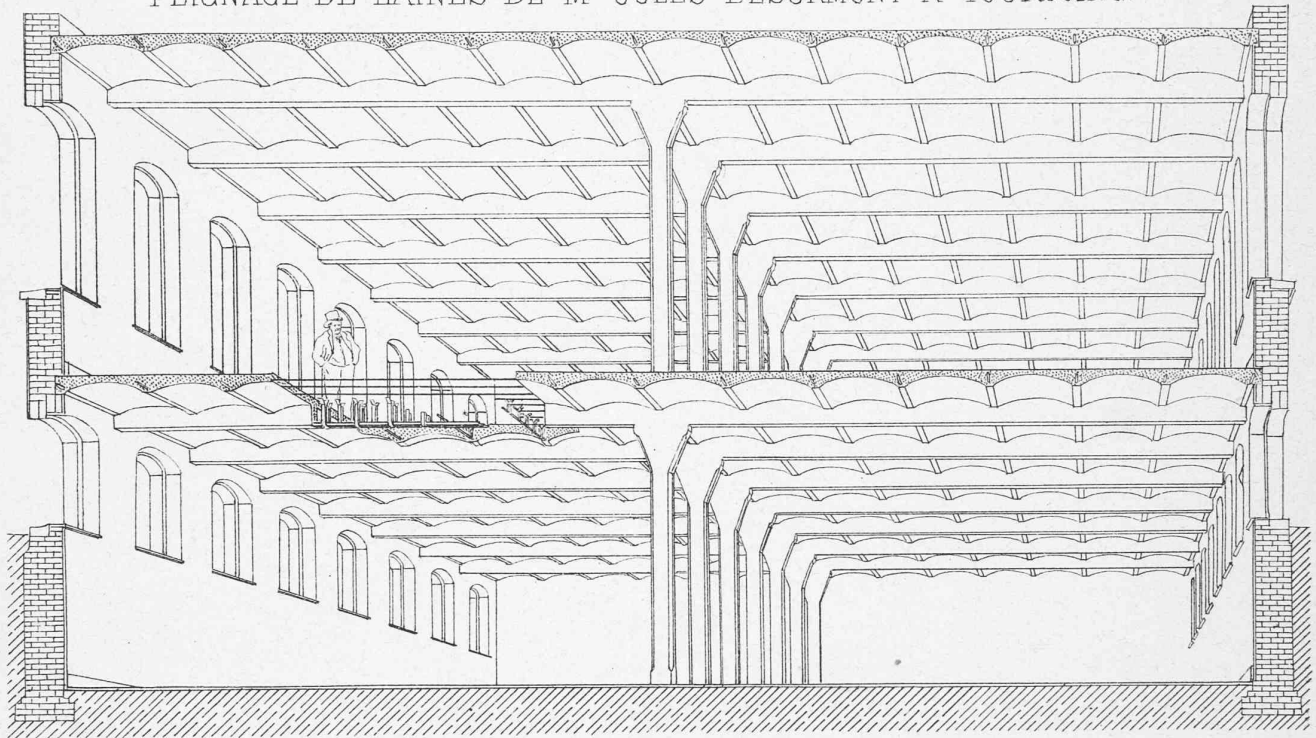


Aut. J. Chappuis, Lausanne

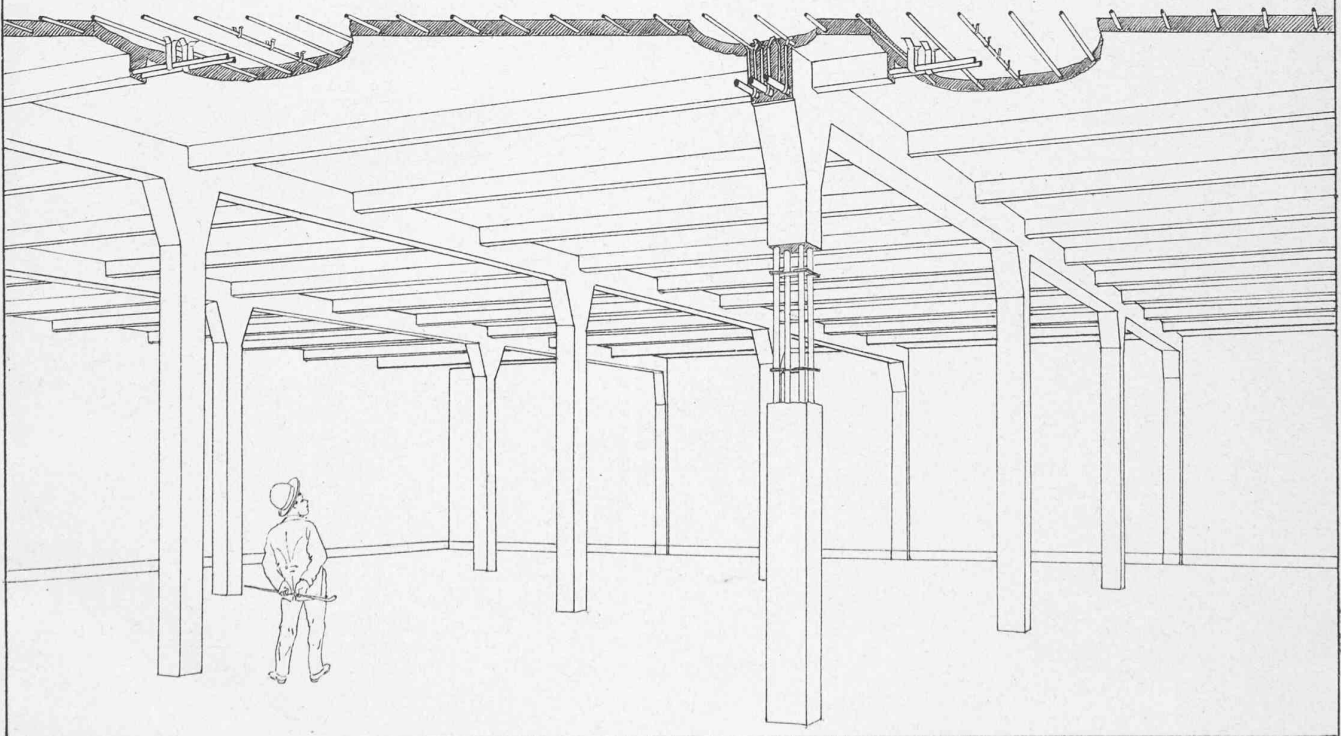
Seite / page

leer / vide /  
blank

PLANCHERS & POUTRAISONS EN BÉTON DE CIMENT ARMÉ.  
Procédé Hennebique breveté  
PEIGNAGE DE LAINES DE M<sup>r</sup> JULES DESURMONT À TOURCOING.



PROJET DE PLANCHER POUR FILATURE



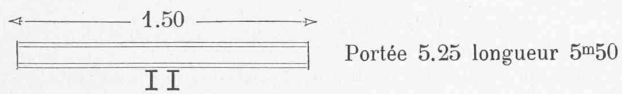
Aut. J. Chappuis Lausanne

Seite / page

leer / vide /  
blank

Voici d'autre part le devis d'une pièce absolument semblable en fer à double T d'après les procédés ordinaires.

Poids du fer de la pièce ci-dessous :



Charge 5000 kg. unif. rép.

2 sommiers portant chacun 2500 kg.

Normale profile N° 20; coef. 8;  $h = 0^m20$ ;  $P = 26.2 P 288$  kg.

6 poutrelles de  $1^m50$  espacées de 1 m. portant chacune 900 kg.

Normale profile N° 12; coef. 8;  $h = 0^m12$ ;  $P = 11.1 P 100$  kg.

Total, 388 kg.

Prix de revient :

Fers compris, pose et peinture 388 kg. à 18 fr. = Fr. 69 85

Béton de ciment avec chape 8,25 » 6 » = » 49 50

Coût total, Fr. 119 35

sans compter aucun frais généraux.

L'économie sera d'autant plus forte que les résistances demandées aux pièces seront plus grandes, et nécessiteraient l'emploi de fers assemblés plus coûteux. Ce système nouveau, absolument rationnel, a été inspiré par les lois de la résistance des matériaux; il convie les techniciens aux observations et aux recherches théoriques.

Sa facilité d'exécution pour ceux qui en ont l'expérience, ses applications de plus en plus nombreuses, prouvent que nous nous trouvons devant une invention d'une valeur réelle pouvant rendre de grands services.

#### Note de la rédaction.

L'expérience dont il est fait mention ci-dessus et qui a été suivie avec un intérêt marqué par plusieurs membres de notre société a donné les résultats suivants :

La poutre a été chargée progressivement de charges uniformément réparties sur toute sa surface et l'on notait l'abaissement du milieu de la poutre. Les flèches observées ont été les suivantes :

Charges 1050 kg.	Flèche	$0^m5$
» 2250 »	»	$1^m5$
» 3350 »	»	$2^m25$
» 4000 »	»	$3^m0$
» 4500 »	»	$3^m5$
» 5000 »	»	$4^m25$

Après déchargement complet la flèche permanente était de  $\frac{1}{4}$  de millimètre et la poutre ne présentait aucune trace de fatigue.

Le ciment Portland artificiel provient de l'usine de Grandchamp, près Veytaux.

#### Dangers des canalisations électriques dans les villes éclairées au gaz.

Les mémoires de la Société des ingénieurs civils de France ont été en 1892 aussi riches que les années précédentes en travaux de valeur; celui de M. P. Joussetin sur les dangers que présente le rapprochement des canalisations électriques et

des conduites de gaz doit être signalé tout spécialement aux administrations des compagnies d'éclairage et aux édilités (Voir le numéro d'octobre 1892).

L'auteur explique plusieurs explosions graves dues à ce rapprochement et démontre que les unes proviennent de phénomènes calorifiques dits courts-circuits produisant de véritables arcs voltaïque, tandis que d'autres sont dues à des phénomènes d'électrolyse.

La plupart des perforations de tuyaux de gaz ont été produites par des courants de très faibles intensités et avec des tensions de 100 volts seulement.

Le mémoire indique les précautions prises à Paris par les compagnies intéressées pour prévenir le retour de ces accidents.

La Rédaction.

#### Retrait du béton damé.

Il arrive parfois que l'on est amené à remplir de béton une cavité de forme trop irrégulière pour pouvoir être mesurée avec quelque exactitude. Dans ce cas le moyen le plus simple est de mesurer les matériaux avant la confection du béton mais il faut tenir compte du retrait qui se produit lors du mélange des matières et lors du damage.

Voici le résultat d'une expérience faite en vue d'un règlement important et qui a été exécutée avec tout le soin désirable.

Le gravier employé était le tout venant de la Dranse; c'est un mélange de gravier roulé de grosseurs variées et de sable.

On gâcha avec peu d'eau 300 litres de ce gravier avec 75 kg. de chaux hydraulique de la Porte de France. Le volume de cette chaux était de 50 litres.

Ces 350 litres de matières solides ne donnèrent qu'un volume de 295 litres après avoir été damés sur une épaisseur de  $0^m30$  environ.

Nous en concluons 1° que pour produire un mètre cube de béton damé il faut un volume de 1,136 mètres cubes de matières solides.

2° que pour évaluer la quantité de béton damé il faut multiplier le volume des matières solides employées par  $0^m,843$ .

A. V.

#### BIBLIOGRAPHIE

RÈGLEMENT DE L'INSTITUT POUR L'ESSAI DES MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION ANNEXÉ AU POLYTECHNICUM FÉDÉRAL A ZURICH.

MÉTHODES D'ESSAIS ET RÉSULTATS DE RECHERCHES SUR LES PROPRIÉTÉS DE RÉSISTANCE DU FER ET D'AUTRES MÉTAUX. — Publication de L. Tetmayer, traduction française de Ed. Meister et A. Vallette. Edité par le laboratoire fédéral d'essais. — 8 janvier 1892.

Les services rendus par le laboratoire de Zurich, soit à l'industrie, soit à l'avancement des sciences techniques sont trop notoires pour que nous ayons à les faire connaître aux lecteurs du Bulletin, mais il y a intérêt à mentionner le fait que cet utile établissement s'est beaucoup développé et qu'il est maintenant