

*J*

MUSEE  
COMMERCIAL  
LILLE

LE  
CIMENT ARMÉ

NOUVELLE  
MÉTHODE D'APPLICATION

PAR  
L.-C. BOILEAU FILS

ARCHITECTE

ÉTUDE PUBLIÉE DANS LE JOURNAL *L'ARCHITECTURE*

ORGANE DE LA SOCIÉTÉ CENTRALE DES ARCHITECTES FRANÇAIS



PARIS  
G. DELARUE, LIBRAIRE-ÉDITEUR

5, RUE DES GRANDS-AUGUSTINS, 5

1897



~~no 1717~~ D 4 x Bre 1924

BMC 60



LE

# CIMENT ARMÉ

100  
10000  
10000

PARIS

IMPRIMERIE D. DUMOULIN ET C<sup>ie</sup>

5, rue des Grands-Augustins, 5

N° Bib 389354-165470



LE  
CIMENT ARMÉ

NOUVELLE  
MÉTHODE D'APPLICATION

PAR  
L.-C. BOILEAU FILS  
ARCHITECTE

---

ÉTUDE PUBLIÉE DANS LE JOURNAL *L'ARCHITECTURE*

ORGANE DE LA SOCIÉTÉ CENTRALE DES ARCHITECTES FRANÇAIS



PARIS  
G. DELARUE, LIBRAIRE-ÉDITEUR  
5, RUE DES GRANDS-AUGUSTINS, 5

1897



# LE CIMENT ARMÉ

## NOUVELLE MÉTHODE D'APPLICATION

---

Caractéristique du nouveau système. — Notre enquête à Lille, Roubaix, Brebières et Arras. — Le comble de la Raffinerie parisienne de Saint-Ouen. — La minoterie en construction à Nantes. — Planchers et sous-sols, par M. Fiquet. — Bâtiments d'école, par M. Albert Leclerc. — Figures et calculs. — L'avenir présumable du ciment armé.

L'emploi d'une combinaison du ciment et du fer dans la construction n'est pas absolument récent à Paris; il en a été fait notamment, il y a une quinzaine d'années environ, une fort intéressante application par notre confrère M. Eugène Dupuis, pour l'établissement d'arcs à longue portée devant supporter des efforts considérables, dans un bâtiment affecté spécialement à une grande librairie, rue des Saints-Pères. C'était alors une innovation hardie, parfaitement justifiée par le succès. Si nous ne nous trompons, c'était M. Carré qui était le constructeur.

Depuis, le système de construction dit du *ciment armé* a été employé à Paris, par M. de Baudot, pour les planchers et pour certains combles du lycée Victor-Hugo, rue de Sévigné. Nous le trouvons aujourd'hui en faveur auprès de plusieurs autres architectes, mais sous une forme différente et plus nouvelle qui nous paraît de nature à intéresser tous nos confrères et que nous signalons ici à leur attention.

Les premières applications de ce genre de construction, celles que nous connaissons par les travaux de M. de Baudot et par des prospectus de M. Cottancin, entrepreneur d'ouvrages en ciment, étaient basées sur l'intervention d'une sorte d'âme en très fort grillage de fer noyé dans l'épaisseur des aires en ciment. Les surfaces rigides obtenues de cette manière sont renforcées par ce que le promoteur du système appelle des épis et que nous pourrions plutôt comparer à des nervures saillantes disposées en diagonales dans les plafonds, ces nervures armées elles-mêmes, haut et bas, de fers plats reliés par des attaches de carillons affectant la forme d'un 8. Les grillages des triangles de planchers limités par

les diagonales sont également formés de carillons qui se croisent en se superposant par une légère courbure au droit des intersections, à la façon des fils de fer d'un grillage Gayer.

Cette méthode donnait déjà une idée de ce qu'on peut attendre d'une combinaison étudiée du ciment et du fer; mais c'était une idée un peu vague. Les résultats, appréciables pour des portées ordinaires de planchers ou de surfaces de combles, semblaient plutôt dériver de formules empiriques; on ne pouvait pas en déduire des données précises pour des ouvrages de portées quelconques soumis à n'importe quelles charges. On n'y trouvait pas, que nous ayons jamais su, les certitudes pour ainsi dire mathématiques que les architectes modernes exigent des ferronneries de grande construction en cornières et tôle rivée.

C'est évidemment là un point très important; nous le croyons résolu par le nouveau système, dit système *Hennebique*, dont nous allons parler.

Rien ici n'est du reste nouveau quant au fond des calculs; nous en connaissons déjà les points de départ; ce sont tous ceux que nous appliquons journellement à propos des poutres, des solives et des fermes de comble tout en fer. La seule différence à relever vient de ce que la combinaison des deux matières, la nature dissemblable de leurs fonctions et l'inégalité de leurs résistances en vue de ces fonctions obligent à un calcul séparé pour chacune d'elles.

Avec le fer de grande construction, tel qu'on l'emploie couramment dans les travaux d'architecture, nous supposons une résistance de la matière égale à la traction et à la compression, et nous n'avons, par conséquent, à effectuer qu'un seul calcul, d'après une des formules connues. Cette fois, avec le ciment armé du nouveau système, nous aurions deux opérations distinctes à faire : l'une à propos du ciment lui-même, pour la partie supérieure de la poutre au-dessus de la fibre neutre, qui doit seulement travailler à la compression, avec un coefficient de 25 kilos par centimètre carré de section; l'autre à propos des fers qui sont placés dans le bas, le plus au-dessous possible de la fibre neutre, de façon à supporter seuls les efforts de traction auxquels est soumise, comme l'on sait, cette partie de la poutre; le



coefficient adopté est, cette fois, de 10 kilos par millimètre carré.

Tout le système Hennebique, considéré dans son point de départ essentiel, réside en réalité dans cette idée très simple de fournir à une poutre de ciment la résistance à la traction qui lui manque presque absolument, au moyen de tendeurs en fer, parfaitement rectilignes et disposés, à la place convenable, de façon à remplir efficacement leur fonction. Le lien qui réunit, dans une poutre toute en fer de forme double T, la table supérieure à la table inférieure, celle qui travaille à la compression et celle qui travaille à la traction, c'est-à-dire l'âme de la poutre, cette âme dont la hauteur joue un rôle si considérable dans la résistance de la poutre, ce lien, disons-nous, est ici constitué par des étriers en fer plat qui réunissent de distance en distance les tendeurs en fer rond de la partie inférieure de la poutre à tout le ciment dont sa masse est formée. Le choix du fer rond employé pour les tendeurs est surtout motivé par ce fait que les arêtes de toutes les autres formes de fer noyées dans le ciment tendent à y déterminer de légères fissures.

Nous reviendrons plus loin sur la composition technique des poutres et des planchers du nouveau système de ciment armé, par des figures et des calculs ; permettez-nous de compléter cette sorte d'introduction par le récit de l'enquête à laquelle nous avons procédé.

\*  
\* \*

Il y a seulement quelques mois que nous avons eu l'occasion de chercher le parti à tirer du ciment armé. C'était à propos d'un projet de constructions utilitaires, écuries et manutentions, qui supposait un ensemble important de galeries de grandes portées sans colonnes intermédiaires et des planchers soumis à des charges beaucoup plus qu'ordinaires.

La question de la dépense jouait naturellement un grand rôle dans l'espèce, comme aussi celle de l'incombustibilité.

Des calculs faits en supposant d'abord une construction à ossature de fer apparente et, ensuite, un parti où le fer, non apparent, serait employé dans des conditions rationnelles,

parti qui nous semblait pleinement réalisé par le système Hennebique, nous conclûmes une première fois en faveur de ce dernier système. L'économie réalisée était très sensible, tant pour l'ossature que pour les remplissages et toutes les surfaces portantes.

Le caractère d'incombustibilité d'une construction où toutes les parties apparentes des pièces essentielles sont faites de ciment ne pouvait donner lieu à aucun doute.

On sait pertinemment aujourd'hui, par des expériences nombreuses, que, si le fer est excellent dans le cas d'un incendie de très faible importance ou d'un commencement d'incendie, il n'en est plus ainsi quand le feu a pris un certain développement : les poutres de fer, portées au rouge, se distendent, entraînant avec elles les hourdis et même les murs, et deviennent par ainsi un agent de destruction de l'édifice presque aussi actif que le feu lui-même.

Des expériences concluantes démontrent que le ciment, tout au contraire, peut supporter des températures très considérables et préserver ainsi efficacement les fers qu'il enveloppe.

Ces fers s'y conservent d'ailleurs d'une façon indéfinie, sans aucune oxydation. La construction en ciment armé, une fois faite, doit être considérée comme aussi durable que, par exemple, les bétons des Romains ; les infiltrations d'eau n'y peuvent rien ; elle n'exige aucune espèce d'entretien.

Restait, pour asseoir notre conviction sur des faits, à voir des exemples du système. M. Hennebique, ancien entrepreneur de travaux publics, à ce que nous croyons, a dû, pour suivre des ouvrages importants, s'établir à Bruxelles ; c'est là que sont ses bureaux d'étude. Nous le fîmes appeler à Paris, et, après avoir entendu ses explications, très claires et très plausibles, après avoir pris connaissance de très nombreuses références sur des travaux exécutés par lui en Suisse, en Belgique, dans le département du Nord et dans d'autres régions de la France, nous allâmes ensemble visiter la Raffinerie parisienne de Saint-Ouen, où étaient presque achevés des ouvrages de son système.

\* \* \*

Ces ouvrages consistaient dans le plancher d'un grand bâtiment et dans toute une série de ces combles juxtaposés

dits en *dents de scie*, qui sont aujourd'hui en usage pour tous les grands ateliers. Des constructions de mêmes formes en bois et en fer s'étaient effondrées dans un incendie récent, et c'est pour éviter l'éventualité d'un pareil désastre, éventualité fréquente dans les raffineries, où l'air ambiant même se trouve au bout d'un certain temps saturé de poussières inflammables, que le directeur de l'usine avait adopté le système Hennebique.

Le plancher n'offre pas de portées plus grandes que 5 mètres ; il est extrêmement rigide. On y perceait, quand nous le vîmes, quantités de trous et d'ouvertures de toutes sortes pour y attacher les chaises des arbres de transmission ou pour passer les courroies. Ces entailles, pas plus que les pièces de fer déjà attachées, ne nous ont paru avoir d'influence sur la solidité ; il suffisait de ne pas couper au même endroit plus de deux ou trois des tringles de fer rond qui armaient la sous-face du plancher ou, si l'on en coupait davantage, d'encadrer l'ouverture faite par les tringles du même genre, également noyées dans le ciment des raccords.

Le comble en dents de scie est certainement curieux. Il n'y a là de surfaces pleines que pour les côtés obliques des dents, c'est-à-dire pour les toitures opposées aux jours du nord. Les faces verticales des dents, où sont pris les jours en question, ne comportent de ciment armé que pour des montants espacés tous les 4<sup>m</sup>,45 et pour la poutre inférieure, qui supporte à la fois les montants ci-dessus, les châssis vitrés et les chéneaux. Ces poutres inférieures sont reliées entre elles dans le sens transversal, au droit de chacune des travées de 4<sup>m</sup>,45, par des entrails de 0,20 × 0,30 environ ; le système est complété par des poutres parallèles aux entrails qui traversent l'espace en joignant les uns aux autres les faitages des combles. Nous venons de dire que les travées avaient 4<sup>m</sup>,45 d'axe en axe ; elles sont accusées par des poteaux isolés, toujours en ciment armé, d'environ 0,20 × 0,20. Dans l'autre sens des bâtiments, c'est-à-dire dans celui où se dessinent les combles en dents de scie, l'écartement entre des poteaux isolés est d'environ 11 mètres ; il y a, de deux en deux dents, un chéneau qui repose sur une poutre de 22 mètres de longueur, sous laquelle n'existe aucun point d'appui intermé-

diaire entre les portées. Le porte-à-faux s'explique facilement par le système de structure adopté, mais son effet n'en est pas moins très saisissant à première vue.

Au dire de l'ingénieur qui dirige les travaux, des essais très sérieux faits pour constater la résistance de la construction ont donné d'excellents résultats. Sous des charges de moitié plus fortes que celles qui étaient prévues, les flèches prises par les poutres ont été insignifiantes. Une fois les charges enlevées, le système tout entier des poutres isolées et des surfaces pleines est revenu à sa première position.

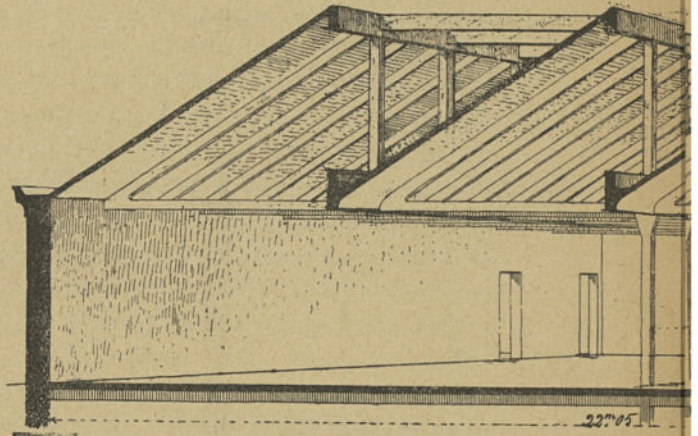
\*  
\* \*

Une visite que nous fîmes quelque temps après des travaux en ciment armé exécutés depuis deux ou trois ans dans le départe-

tement du Nord nous confirmait dans la bonne opinion que nous avions conçue du nouveau système.

A Lille, nous vîmes dans une raffinerie de sucre, reconstruite comme celle de Saint-Ouen après un incendie, un grand nombre de planchers soutenus par des poutres et des poteaux, ces planchers, de 5, 6 et 7<sup>m</sup>,50 de portée, chargés d'environ 1 200 kilos par mètre carré. Sur le premier plancher, au-dessus du sous-sol, roulent des chariots en fer qui représentent chacun un poids de 2 000 kilos. A de certains étages, on voit des réservoirs en tôle qui chargent le sol des planchers d'environ 1 500 kilos par mètre; ailleurs, de grandes cuves, puis des arbres de transmission et des machines diverses. La rigidité des planchers paraît extraordinaire.

Certains des appareils de vapeur, établis avant l'incendie sur des planchers en fer et en bois, donnaient lieu, au dire

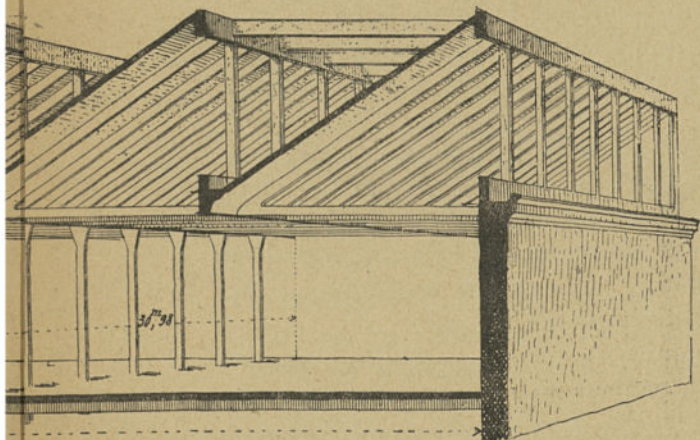


Comble en ciment armé de la Ra

de M. Bernard, le directeur-propriétaire de la raffinerie, à des trépidations excessives. Aujourd'hui, sur le ciment, il est impossible de percevoir aucune vibration.

M. Bernard, autrefois officier de marine, a des connaissances techniques qui lui ont permis de faire des essais véritablement probants à propos des charges dont il était possible de grever d'une façon permanente les planchers de sa nouvelle usine. Il y a, dit-il, souvent établi des poids beau-

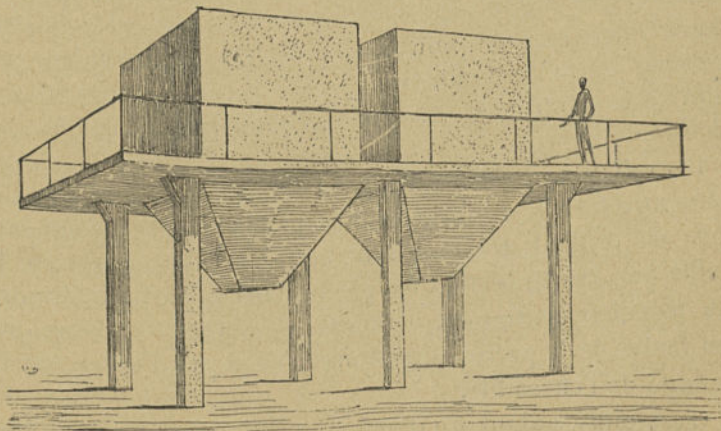
coup plus considérables que ceux prévus et n'a pu remarquer aucun inconvénient de ce fait. M. Bernard nous a, d'autre part, affirmé que les compagnies d'assurances, après des épreuves faites au point de vue de l'incendie sur des ouvrages de ciment armé, lui avaient consenti une di-



Raffinerie parisienne de Saint-Ouen.

minution considérable de ses annuités.

A Roubaix, les ouvrages vus nous ont paru d'une exécution



remarquable. C'a été d'abord, chez M. Dujardin, négociant en charbons, près de la gare, dans une cour de son entrepôt, un petit édifice isolé qui porte sur dix poteaux en ciment, deux silos à charbons et, tout au pourtour, pour permettre d'y accéder, des balcons en encorbellement. L'un de ces balcons, qui représente un porte-à-faux, de 2 mètres et qui n'est soutenu que par des corbeaux insignifiants tenant à deux des poteaux, sert de point d'appui à une courroie de transmission; un autre porte une chaîne à godet mise en mouvement par une machine à vapeur. L'ensemble de l'édifice est d'une rigidité surprenante; les planchers en porte-à-faux, bien que sollicités par des tractions obliques, n'accusent aucune vibration.

Les planchers du mont-de-piété de Roubaix, construits avec des ossatures de fer, se sont écroulés dans un incendie. Ils sont aujourd'hui refaits en ciment armé, comme les escaliers et même les casiers intérieurs où l'on emmagasine les marchandises, ces derniers composés de montants et de tablettes d'environ 3 centimètres d'épaisseur.

Chez M. Bossut, commissionnaire en marchandises, le ciment armé a été employé pour les planchers d'une galerie de magasins de 10 mètres entre points d'appui, qui devaient résister à une charge de marchandises de 2 000 kilos par mètre courant, placée exactement au milieu de la portée, dans un casier à double face. La rigidité de ce plancher est toujours très grande.

Mais, à un étage supérieur, le plancher de même portée, calculé pour une très faible charge et, pour cette raison, d'une épaisseur très minime, accuse des cassures dans ses surfaces entre les poutres. Ces cassures ne paraissent pas nuire à la solidité; elles se referment lorsque le plancher est chargé.

Il y a là, croyons-nous, un fait très intéressant, en ce qu'il démontre bien la vérité de la théorie des calculs. Le ciment, cela est évident, travaille tout entier à la compression. Il suffit que les tirants de fer placés dans la partie inférieure du plancher continuent à remplir leur fonction, pour que les fentes de la partie supérieure n'aient pas d'action sur la solidité de l'ensemble.

C'est ainsi, autant qu'il me souvient de mes classiques,

que le colonel Morin a démontré, un des premiers, comment toute la partie supérieure d'une poutre en bois travaillait seulement à la compression. Il avait fait scier cette poutre au beau milieu dans la moitié de sa hauteur, au-dessus de la fibre neutre. On plaçait alors une lame de fer dans la partie sciée et on chargeait la poutre. La résistance de celle-ci n'avait pas varié; les fibres de bois, qui avaient été sciées, agissaient par compression sur la cale de fer... c. q. f. d.

Quoi qu'il en soit, on doit retenir de ces cassures du ciment, tout à fait inattendues dans un cas où il est à peine chargé, qu'il peut être bon de toujours tenir les aires assez épaisses pour que le poids de la matière y neutralise toute espèce de vibrations. La qualité maîtresse du ciment ne paraît pas être l'élasticité; il ne faut jamais lui demander d'en faire preuve.

\*  
\* \*

Incidemment, et bien que ceci n'ait pas de rapport avec mon sujet, je voudrais dire deux mots de certaines constructions qui accompagnent les magasins de M. Bossut. C'est d'abord directement au-devant de ces magasins, en façade sur la rue, une sorte de petit hôtel où sont aménagés les bureaux. Il y a là un porche, un grand vestibule et un escalier monumental étudiés d'une façon artistique très remarquable par notre confrère M. Dupire-Rozan, un des lauréats de la Société centrale pour l'architecture privée.

Le même artiste a fait exécuter à Roubaix un château que l'on appelle « le Palais du prince du Congo ». L'édifice en question, situé dans un jardin splendide, est tout à fait abracadabrants; mais l'étude, dans un genre qui tient à la fois du persan et de l'hindou, dénote chez son auteur une richesse d'imagination toute particulière, un grand savoir et un talent véritablement sérieux et original.

A gauche des magasins de M. Bossut, nous avons vu un autre hôtel, lui appartenant également et destiné à l'habitation, qui est l'œuvre d'un architecte de Paris, notre confrère M. Bruneau. Porche, vestibules, escalier et pièces de réception sont ici d'une composition artistique extrêmement distinguée et moderne.

On nous excusera de cette incursion en dehors de notre

sujet, mais vraiment le talent des architectes en valait la peine. Nous revenons à nos ciments.

\*  
\* \*

A Brebières, nous examinons un grand bâtiment à cinq étages dont tous les planchers sont en ciment; c'est une minoterie. Les charges permanentes sont considérables. Particularité curieuse, on a voulu après coup établir un escalier dans un angle et, pour en ménager l'échappée, on a taillé dans le plancher de ciment un grand espace en retour d'équerre qui laisse positivement en l'air tout un carré du plancher; le porte-à-faux est vraiment excessif; mais la cohésion de la matière est si grande, que ce coin de plancher, chargé de sacs de grains comme le reste, ne paraît pas en éprouver de fâcheux effets.

A Arras, je n'ai pas eu le plaisir de voir notre excellent confrère M. Agnès, mais j'ai pu constater comme ailleurs, l'excellence des planchers de son petit hôtel, planchers en ciment armé, économiquement composé de 1 mètre cube 1/2 de scories de houille pour 300 kilos de ciment de Portland. Ces planchers accusent quelques vibrations, pas plus, il est vrai, que les planchers en bois ou en fer de la région, mais assez pour nous faire admettre que le système Hennebique vaut mieux appliqué avec du vrai et bon ciment de Portland

\*  
\* \*

L'enquête dont nous venons de donner un résumé sommaire eût certainement été plus complète si nous avions pu recueillir sur place les opinions de quelques-uns de nos confrères de la région. Mais nous étions parti de Paris à l'improviste, ignorant quels architectes avaient déjà eu l'occasion de faire exécuter des travaux de ciment armé. Dans les courts instants de notre séjour à Lille, nous essayâmes bien de voir M. Newnham, le vice-président provincial de la Société centrale; nous ne pûmes le rencontrer. Nous lui avons écrit depuis, en lui demandant s'il pouvait nous fournir des renseignements. Notre confrère a employé, nous a-t-il répondu, le ciment armé dans la construction d'un magasin peu important; il conclut ainsi : « Pour ma part, tout en reconnaissant à ce système une valeur réelle, je n'oserais pas



conseiller la suppression complète du poutrage en fer pour les planchers ayant à supporter des trépidations. »

Sollicité par nous pour de pareils renseignements, M. Batteur, l'honorable président de la Société des architectes du Nord, nous répondait de son côté : « ... Bien des choses sont encore confuses pour moi dans ce système... J'y perçois un certain flottement dans la théorie qu'on en donne; pourtant j'y trouve un fait, et ce fait me séduit : c'est la résistance inattendue, pour moi du moins, de cet aggloméré dans des conditions jusqu'ici mal définies peut-être, mais néanmoins certaines, ainsi que le démontrent les exemples que nous avons sous les yeux... Un plancher fait par M. Hennebique pour supporter une surcharge de 1 000 kilos par mètre carré a été chargé par nous à 1 125 kilos sans donner plus de 8 millimètres de flexion pour une portée de 8 mètres, sans produire aucune fissure et sans altérer l'élasticité du système, après plusieurs jours consécutifs d'épreuves. Cette expérience a été faite avec beaucoup de soin. En résumé, ajoute M. Batteur,... je crois à la solidité des planchers Hennebique; j'ai vu et suivi les calculs dans l'affaire dont je viens de parler, et je dois avouer que tout s'y tient, s'accorde bien et paraît le résultat de sérieuses données. Néanmoins, je trouve un point noir, très noir, dans l'affaire. Ce point, c'est l'exécution. Il faut, en effet, qu'elle soit bonne et soignée uniformément dans toutes les parties de l'ouvrage... Qu'un ouvrier négligent ne donne pas au dosage du mortier tous les soins nécessaires... il peut en résulter une inégalité de résistance bien dangereuse... »

M. Batteur parle ensuite d'un plancher écroulé; il l'a examiné très soigneusement après sa chute et a pensé qu'elle devait provenir d'un vice d'exécution. Bref, notre confrère croit, comme il l'a déjà dit, à la solidité de ces planchers, mais « il a peur d'un manque de perfection indispensable dans l'exécution ». Il termine en conseillant d'exiger des épreuves très sérieuses aux frais de qui de droit. « De cette manière, dit-il, on ne pourrait pas accuser l'architecte d'avoir agi à la légère. »

Nous avons tenu à citer toutes les appréciations, tantôt favorables, tantôt presque défavorables, de M. Batteur, parce qu'elles expriment exactement les hésitations légitimes que

peut éprouver un bon praticien en présence d'un système de construction encore peu en usage.

Cette nécessité d'une exécution parfaite, sur laquelle insiste M. Batteur, nous tourmentait un peu. Nous avons voulu savoir s'il était difficile de l'obtenir.

Nous avons précisément à établir, à la campagne, quelques bouts de planchers sans intérêt, de 2 et 3 mètres de portée. Nous avons demandé au serrurier du pays de nous couper des tringles de fer et de nous façonner à froid des étriers en feuillard; puis, sur une forme en planches préalablement établie par notre menuisier, nous avons fait mettre un lit de mortier de ciment de 2 centimètres d'épaisseur; sur ce lit de ciment nous avons fait poser les tringles et leurs étriers, et, enfin, fait remplir entre les étriers, de façon à les couvrir entièrement, avec du mortier de ciment et de cailloux dits *mignonnette*, gâché par le maçon de l'endroit. Nous avons fait décintrer quelques jours après. Nos plates-formes, celles dont nous avons suivi l'exécution sur place comme celles faites en notre absence, dénotaient, avec 12 centimètres d'épaisseur totale, une rigidité extraordinaire; nous en avons fait charger plusieurs de 50 centimètres de terre bien tassée, soit de 600 kilos par mètre carré, sans pouvoir constater de flexion appréciable.

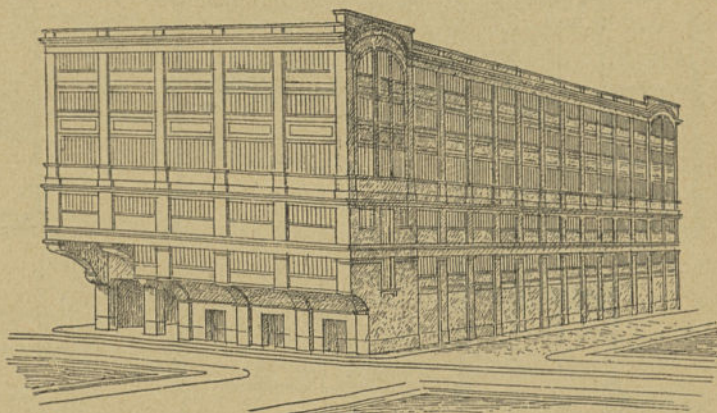
Il nous a paru, somme toute, que l'exécution du ciment armé est tout à fait élémentaire; l'important, c'est d'employer du bon ciment. Nous avons, depuis, pensé à ces travaux d'égouts qui se font journellement à Paris et dans lesquels des murs de meulière de 30 à 35 centimètres d'épaisseur, enduits de ciment de Vassy, résistent sous une circulation extraordinaire de voitures, sans qu'une fissure se produise, avec des 200, 300 et 400 mètres de longueur d'un seul tenant; nous nous sommes dit que, si les ouvriers spécialistes qui exécutent ces travaux connaissent bien leur métier, ils n'ont pas plus que d'autres des vertus exceptionnelles, et il nous a semblé qu'un travail de ciment, élémentaire comme celui des planchers, ne devrait pas causer de vives inquiétudes s'il était confié à un bon entrepreneur de la spécialité.

\*  
\* \*

Encore fallait, sans oublier les épreuves sérieuses que

préconise avec raison M. Batteur, trouver le bon entrepreneur en question. Il y en a certainement beaucoup à Paris. Nous connaissions plus particulièrement M. Dumesnil, qui a exécuté sous nos ordres un assez grand nombre de travaux de ciment ordinaire; nous conseillâmes à M. Hennebique de s'entendre avec lui de telle façon que nous n'eussions à partager notre responsabilité qu'avec ce seul entrepreneur, résidant à Paris, dont nous connaissions les moyens et la façon de travailler.

M. Hennebique vit M. Dumesnil. Le gendre de celui-ci, qui



GRANDS MOULINS DE NANTES

MM. Lenoir et Étève, à Nantes, et M. Raoulx, au Mans, architectes.

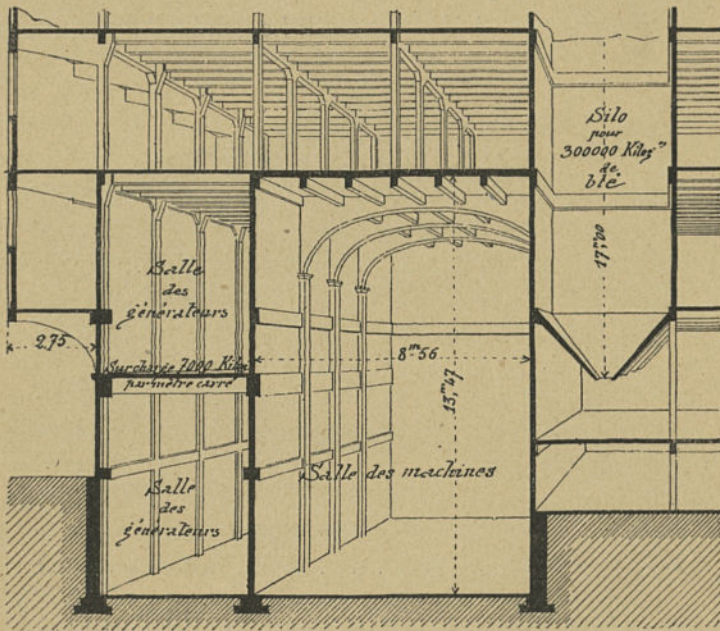
est en même temps son associé, sort de l'École centrale; il étudia les procédés de calcul du nouveau système de ciment armé, les trouva clairs et plausibles. Mais M. Dumesnil désirait encore juger le système *de visu*; il alla visiter, à Nantes, les travaux de ce genre qui s'y exécutaient alors pour une minoterie très importante.

\*  
\* \*

Tout, dans cet édifice, poteaux, planchers, cloisons, etc., tout ce qui constitue les points d'appui ou les surfaces portantes du bâtiment, est fait de ciment armé du système Hennebique. Un certain angle du bâtiment, indiqué à gauche dans notre croquis de la minoterie de Nantes, devait laisser la place à une voie ferrée; cet angle, comme d'ailleurs toute

la façade de ce côté, mais dans une mesure moindre, est suspendu en porte-à-faux, à partir du premier étage, sur des consoles en ciment. De nombreuses machines sont établies sur les planchers, ainsi que des silos d'une très grande capacité. L'ingénieur qui étudie ces machines est, comme les architectes de l'édifice, très partisan du nouveau système; ces messieurs et leur client y voient de grands avantages.

M. Dumesnil, après quatre jours passés sur le chantier,



GRANDS MOULINS DE NANTES

Fragment de coupe indiquant l'encorbellement de la façade, la salle des machines et un silo.

revint pleinement convaincu ; il était, quelques jours après, le concessionnaire et l'exécutant à Paris du ciment armé d'après la nouvelle méthode, et, un mois plus tard, en construisait un échantillon rue de Rivoli, 144, sous les ordres de notre confrère de la Société centrale, M. Fiquet.

\*  
\* \*

Le programme consistait ici à établir un sous-sol dans la cour à ciel ouvert de l'immeuble. Cette cour a environ

8 mètres de largeur sur 15 de longueur. Il fallait que le plancher couvrant le sous-sol pût résister au roulage permanent de camions de marchandises attelés de deux chevaux.

M. Fiquet a rempli le programme d'une façon très élégante et avec beaucoup d'économie. Il a divisé l'espace à couvrir par une rangée de poteaux en ciment armé, de façon à réduire les portées des poutres à 5 mètres. Le plancher n'est recouvert, pour former le sol de la cour, que d'une chape de 8 centimètres d'épaisseur ; la sous-face du plancher, autrement dire le plafond du sous-sol, est peinte en blanc à la chaux ; quelques châssis en fer garnis de pavés de verre et disposés en temps voulu sous la forme de cintrage, pour se trouver scellés dans le hourdis lors de son exécution, répandent partout un jour très convenable. On ne pouvait imaginer de solution meilleure.

Notre confrère a reçu, au cours de ses travaux, la visite de plusieurs architectes, qui ont paru très intéressés par cet essai du nouveau genre de construction.

Le plancher haut du sous-sol, construit sur les plans de M. Fiquet, devait être éprouvé avec une surcharge de 8 000 kilos disposée de façon à représenter le mieux possible le poids d'un camion de marchandises attelé de deux chevaux et roulant.

Cette épreuve a été faite le jeudi 31 octobre 1895, à deux heures de l'après-midi, en présence de plusieurs de nos confrères, MM. Heret, Bartaumieux, George, Vaillant, Redon, Bonpaix, Daunay, Forgeot, Gontier, Godet, Gautier (Ch.-A.), Leclerc, Morsent, Pergod, Gallian, Lafon, de plusieurs ingénieurs, MM. Parent et Hemmerick, M. le commandant du génie Coutanet, et de M. Doumenc, directeur de l'imprimerie pour laquelle les travaux étaient exécutés, et qui avait eu l'obligeance de mettre à la disposition des assistants des photographies prises pendant l'exécution des travaux.

On avait amené dans la cour de la rue de Rivoli un camion pesant seul 2 460 kilos ; on l'a placé à cheval sur le milieu d'une poutre et on l'a chargé de cent vingt sacs de sable représentant un poids de 6 600 kilos. La surcharge d'essai était donc de 8 760 kilos.

La flexion de la poutre n'a pas été appréciable ; celle des poutrelles n'a atteint que 4/10 de millimètre.

On a fait stationner huit hommes près du chariot, et la surcharge a été élevée par ce moyen à 9 200 kilos. La flexion

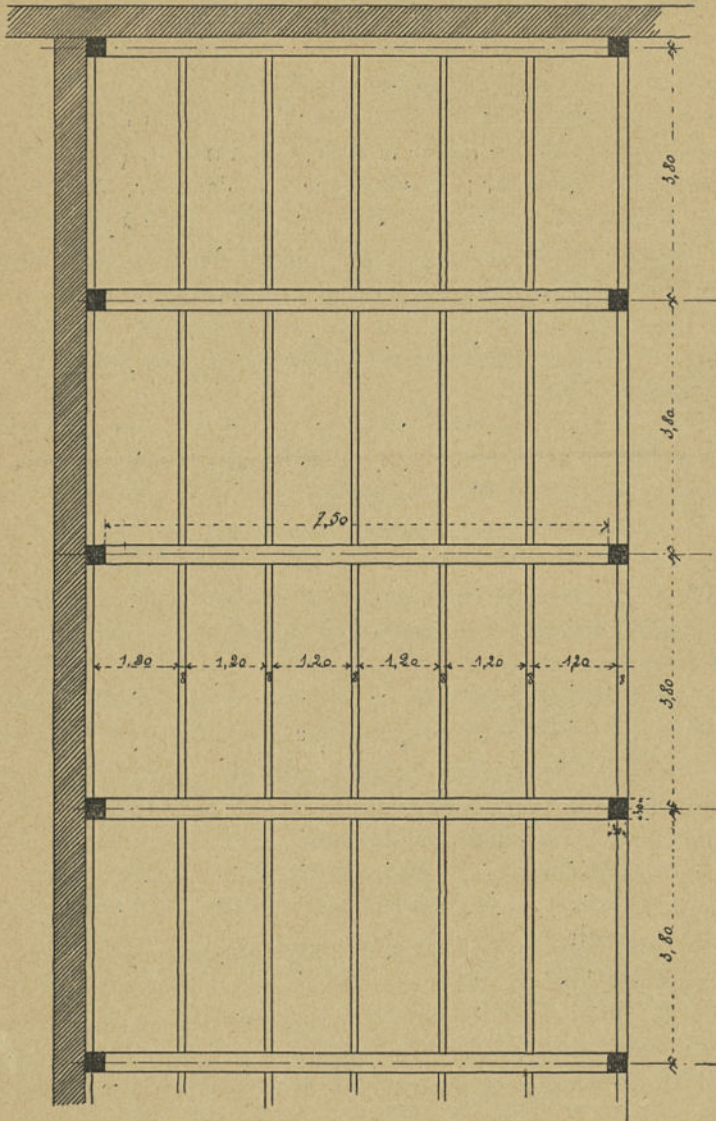


Fig. 1.

de la poutre maîtresse était alors de 2/10 de millimètre. Le plancher, déchargé, a repris sa position normale.

\*  
\* \*

Le matin du même jour, nous avons déjà assisté, avec quelques architectes, entre autres M. Roussi, et un plus grand nombre d'ingénieurs, à des épreuves du même genre à propos d'une construction importante en ciment armé.

C'était au n° 4 bis de la rue Péterelle, dans un bâtiment d'école que notre consciencieux et habile confrère M. Albert Leclerc fait exécuter pour le compte des Frères de la doctrine chrétienne.

Il s'agissait du plancher haut du rez-de-chaussée d'une galerie en aile, à gauche de la cour, presque entièrement

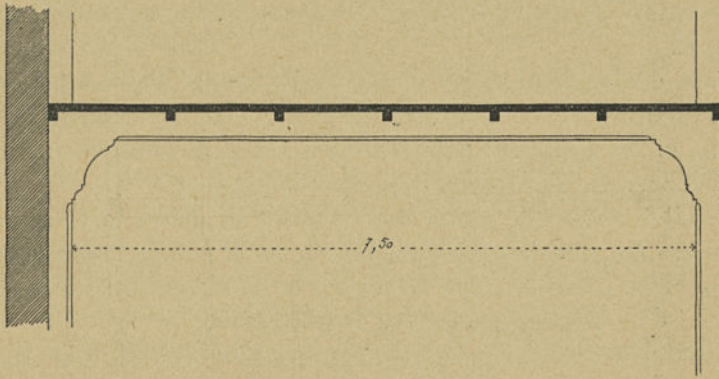


Fig. 2.

terminé, qui doit supporter une charge uniformément répartie de 400 kilos par mètre carré.

Ce plancher, dont nous donnons une partie du plan (*fig. 1*), comporte dix travées de 3<sup>m</sup>, 80 de large, dont la portée est assez considérable (7<sup>m</sup>, 50 mesurés entre les poteaux). L'ossature, construite en charpente de fer, aurait certainement exigé des poutres de 50 à 55 centimètres de hauteur et de forts poteaux en tôle et cornières.

Les poteaux de ciment armé ont 0,27×0,27. Les poutres forment sous le plafond des soffites de 0<sup>m</sup>,35 de hauteur sur 0<sup>m</sup>,27 de large; les surfaces de plancher entre les poutres ont seulement 0<sup>m</sup>,08 d'épaisseur, mais elles sont renforcées par des poutrelles de 0,08×0,12 espacées de 1<sup>m</sup>,28 d'axe en axe (voir la coupe, *fig. 2*).

Une partie du plancher, de la surface d'une travée, mais prise de façon à comprendre une poutre entière et les deux demi-travées adjacentes, a été chargée dans toute son étendue de sacs de ciment, soit d'un poids représentant 651 kilos par mètre carré.

Des tringles suspendues au milieu des portées de la poutre et des poutrelles, et reliées à un enregistreur très délicat, ont accusé  $2^{\text{mm}},8$  de flexion pour la poutre et  $2^{\text{mm}},4$  pour la poutrelle centrale.

Les sacs de ciment qui formaient la surcharge ont été transportés sur une partie de plancher d'une surface toujours égale à celle d'une travée entière, mais comprise cette fois entre deux poutres. Le poids par mètre carré était alors de 700 kilos. La flexion a atteint le même chiffre que précédemment.

En déchargeant ensuite, les ouvriers ont fait des tas de trente sacs couvrant à leur base environ  $1,60 \times 0,80$ , soit 1 m. c. 28, qu'ils ont répartis d'une façon quelconque sur le plancher. On n'a rien pu observer d'anormal.

Fait à noter : de mesures très délicates, prises lorsque les parties de plancher ont été déchargées, il ressortirait que le plancher a gardé, dans les endroits éprouvés, un abaissement d'un peu moins de  $2/10$  de millimètre.

Cette dépression est assurément insignifiante ; elle doit provenir de ce fait que l'essai a été fait trop tôt après la construction. Le ciment acquiert son maximum de dureté plus d'un an après sa mise en œuvre, et il n'y avait pas, croyons-nous, six semaines qu'il était fait.

Ces résultats sont, on le voit, extrêmement satisfaisants. Examinons maintenant les calculs de M. Hennebique.

\*  
\* \*

Nous disons « les calculs de M. Hennebique », car, ceci est à noter, l'entrepreneur responsable de nos confrères M. Fiquet et M. A. Leclerc est bien M. Dumesnil, le concessionnaire exécutant dont nous avons parlé ; mais, par suite du traité passé entre lui et le promoteur de la nouvelle méthode, c'est toujours ce dernier qui étudie les combinaisons du fer et du ciment et qui produit les calculs.



## CALCULS DU CIMENT ARMÉ

### LE PLANCHER DE LA RUE PÉTRELLE, A PARIS

Le calculateur considère successivement les trois parties constitutives du plancher, savoir :

- 1° Une tranche de 1 mètre de large du panneau de hourdis, comprise entre les poutrelles intermédiaires ;
- 2° Une poutre maîtresse ;
- 3° Une poutrelle.

#### PANNEAU DE HOURDIS

L'épaisseur adoptée *a priori* étant de 8 centimètres, la tranche du panneau de hourdis est calculée comme une poutre de  $L = 1^m,20$  de portée, dont la section serait de  $0^m,08$  de hauteur sur une largeur de  $l = 1$  mètre.

*Poids propre et surcharge.* — La pesanteur spécifique du ciment étant de 2 500 kilos, et la surcharge exigée de 400 kilos par mètre carré, on trouve :

Pour le poids propre P : $1,00 \times 1,20 \times 0,08 = 96$ décimètres cubes et $0,096 \times 2\,500$ kilos . . . . .	240 kilos.
Pour la surcharge P' : $1,00 \times 1,20 \times 400$ kilos.	480 —
D'où P + P' à . . . . .	720 kilos.

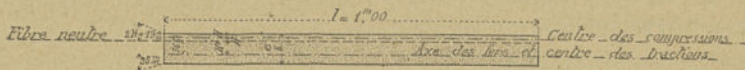


Fig. 3. — Hourdis.

*Moment fléchissant.* — Le calculateur estime que la poutre, à cause de sa liaison intime avec les poutrelles, doit être considérée comme à demi encastrée à ses extrémités. Il adopte, pour en trouver le *moment fléchissant*  $Mf$ , une formule moyenne entre celle qui s'applique à une pièce reposant librement sur deux points d'appui et celle qui s'applique à une pièce encastrée. Cette formule moyenne est

$$Mf = \frac{P + P' \times L}{10},$$

Soit

$$Mf = \frac{720 \times 1.20}{10} = 86,4 \text{ kilogrammètres.}$$

*Hauteur du ciment travaillant à la compression et place de la fibre neutre.* — Nous avons dit que, en raison des résistances et des fonctions différentes du fer et du ciment, il était nécessaire de calculer à part le ciment et le fer. Ces deux matières doivent d'ailleurs satisfaire également au moment fléchissant, c'est-à-dire chacune pour moitié.

A propos du ciment travaillant exclusivement à la compression, le calculateur connaît déjà la largeur  $l$  de la section ; il appelle  $2H$  la hauteur de cette section, qui est à trouver,  $R$  le coefficient de résistance à la compression par centimètre carré (25 kil.) du ciment et  $H$  la distance du centre des compressions à la fibre neutre, c'est-à-dire le bras de levier qui multiplie la résistance de la section.

Sachant ensuite que cette section  $\times H \times R = \frac{Mf}{2}$ , il en déduit.

$$(2H)^2 = \frac{Mf}{l \times R},$$

soit

$$(2H)^2 = \frac{86,4}{1,00 \times 250\,000} = 346 \text{ millimètres carrés,}$$

d'où

$$2H = \sqrt{0,000346} = 19 \text{ millimètres.}$$

La hauteur de la section nécessaire du ciment comprimé est de 19 millimètres, et c'est immédiatement au-dessous que passe la fibre neutre.

*Section des fers travaillant à la traction.* — Appelons  $S$  cette section,  $H'$  la distance du centre des tractions figuré par l'axe des fers tendeurs, à la fibre neutre, c'est-à-dire le bras de levier qui multiplie la résistance de la section de ces fers, et  $R'$  le coefficient de résistance à la traction par millimètre carré (10 kil.) de fer ; nous devons trouver, en tenant toujours compte que nous avons affaire à  $Mf$  et non à  $\frac{Mf}{2}$ ,

$$S = \frac{Mf}{2 \times H' \times 10\,000},$$

soit

$$S = \frac{86,4}{0,72 \times 10\ 000\ 000} = 120 \text{ millimètres.}$$

section qui sera largement obtenue si l'on espace trois fers ronds de 8 millimètres de diamètre dans la largeur de 1 mètre de la tranche de hourdis qui nous occupe.

On peut maintenant se demander si l'épaisseur de 0<sup>m</sup>,08, adoptée *a priori*, est bien celle qui convient le mieux. Or, en tablant sur 0<sup>m</sup>,10, par exemple, on ajoute un poids notable de ciment sans pouvoir cependant réduire sensiblement les fers, et d'un autre côté, si l'épaisseur de 0<sup>m</sup>,06, bien que forçant à augmenter un peu la section des fers, est théoriquement excellente, il serait moins facile, en pratique, d'en obtenir une bonne liaison des deux matières. L'épaisseur de 8 centimètres répond bien à toutes les conditions du problème.

#### POUTRE MAITRESSE

C'est ici surtout qu'apparaît l'originalité du système de ciment armé. Dans les planchers ordinaires à ossature de bois ou de fer, les hourdis chargent les poutres et contribuent par conséquent, pour une bonne part, à en déterminer la flexion. Le calculateur du ciment armé considère que, tout au contraire, les hourdis adjacents aux poutres jouent un rôle efficace dans la résistance de celles-ci. Il admet, à propos d'une poutre maitresse de plancher comme celle dont nous allons donner les calculs, que les deux demi-travées de hourdis qui l'accompagnent à droite et à gauche forment avec elle un tout indissoluble.

La poutre envisagée ne consiste donc pas seulement dans le soffite qui la dessine sous le plafond, mais bien dans l'ensemble des plafonds et du soffite, c'est-à-dire que sa section affecte l'apparence d'un T simple dont la semelle serait démesurément large. Les poutrelles viennent, par places, ajouter à la résistance de la semelle et conséquemment à celle de la poutre; mais il n'est pas tenu compte, dans les calculs, de ce surcroît de force, pas plus d'ailleurs, entre parenthèses, que des masses de ciment au-dessous de la fibre neutre, qui travaillent à la traction.

Encore que par leurs quantités ces masses jouent cependant un rôle dans la résistance totale, le calculateur admet en principe que le ciment ainsi employé a surtout pour but d'envelopper les fers tendeurs et leurs étriers de façon à les incorporer énergiquement dans la masse.

*Poids propre et surcharge.* — Section de la partie formant soffite,  $0,35 \times 0,27$ ; portée  $L, 7^m,50$ ; largeur  $l$  de la semelle,  $3^m,80$ ; hauteur de ladite semelle,  $0^m,08$ ; renforts : dix demi-poutrelles de

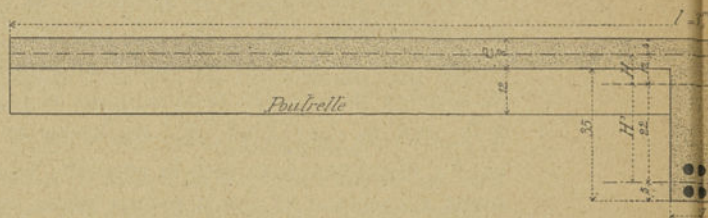


Fig. 4. — Int

chacune  $1^m,715$  de longueur et de  $0,12 \times 0,08$  de section.

La poutre maîtresse ainsi comprise reçoit, comme charge :

1° Du hourdis, $7^m,50 \times 3^m,80 \times 600$ kilos. . .	17 100 kilos.
2° Des poutrelles, dix fois $1^m,715 \times 24$ kilos. . .	411 —
3° Son poids propre, $7^m,50 \times 236$ k. 25. . .	1 771 kil. 87

D'où  $P + P'$  est égal à. . . . . 49 283 kil. 87

soit, en chiffres ronds, une charge uniformément répartie de 19 284 kilos.

*Moment fléchissant.* — La poutre maîtresse est considérée, nonobstant sa liaison intime avec les poteaux montants, comme reposant librement à ses extrémités sur deux points d'appui, d'où

$$Mf = \frac{19\ 284 \times 7,50}{8} = 18\ 079$$

*Place de la fibre neutre.* — Le calculateur a trouvé, comme cela apparaît d'ailleurs à première vue de la section, que la semelle de la poutre était plus que suffisante pour le travail de compression qui lui est demandé. Il se borne à chercher la place de la fibre neutre par la formule suivante, déduite comme il est dit ci-dessus pour les hourdis :

$$2H = \frac{Mf}{l \times e \times R}$$

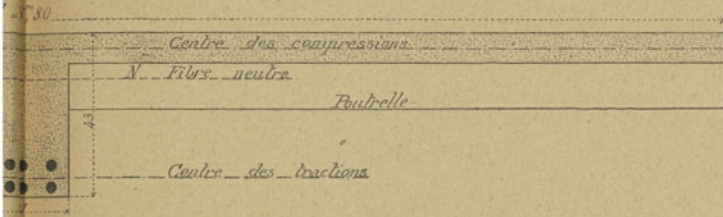
soit

$$2H = \frac{18\,079}{3,80 \times 0,08 \times 250\,000} = 0,238,$$

d'où

$$H = \frac{0,238}{2} = 12 \text{ centimètres.}$$

Le centre des compressions est naturellement dans l'axe de la semelle, soit à 4 centimètres au-dessous de la face supérieure; nous plaçons la fibre neutre à



Entre maitresse.

$$0,04 + 0,12,$$

soit à 16 centimètres au-dessous de cette face.

*Section des fers travaillant à la traction.* — Du centre des tractions, situé à 5 centimètres au-dessous de la sous-face de la poutre, pour aller à la fibre neutre, nous trouvons, pour le bras de levier des tractions  $H'$

$$H' = 0,35 + 0,08 - (0,04 + 0,12 + 0,05) = 22 \text{ centimètres.}$$

La section totale des fers, calculée comme précédemment, ressort de

$$S = \frac{18\,079}{2 \times 0,220 \times 10\,000\,000} = 4\,109 \text{ millimètres carrés,}$$

soit six fers ronds de 30 millimètres de diamètre, dont la section totale est de 4 236 millimètres.

Il n'est pas nécessaire d'augmenter la largeur de soffite de la poutre, puisque trois fers ronds suffisent; avec 0<sup>m</sup>,27, on les enveloppe très convenablement.

Il ne serait pas sage de diminuer la hauteur: cela conduirait à employer un plus grand poids de métal, et il n'est pas utile d'augmenter cette hauteur, parce que cela donnerait une mauvaise proportion à la poutre, sans permettre d'en réduire les fers dans une mesure intéressante.

POUTRELLE INTERMÉDIAIRE

Celle-ci est encore composée du soffite et des deux demi-tranches de hourdis adjacentes; mais ses proportions accusent une masse de ciment travaillant à la compression véritablement excessive. Le calculateur s'en aperçoit; il trouve que la fibre neutre, en suivant le procédé de calcul employé pour la poutre, passerait dans la semelle supérieure, ce qui aurait pour effet, en faisant travailler la partie inférieure de cette semelle à la traction et en augmentant par le fait la hauteur du bras de levier des tractions de diminuer

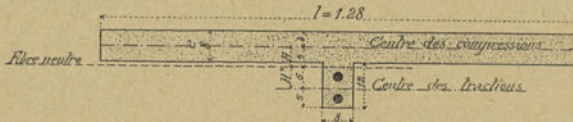


Fig. 5. — Poutrelle.

beaucoup la section des fers. Son expérience de constructeur lui a montré que cela serait fâcheux, parce que le ciment, travaillant fort mal à l'extension, se fissurerait.

Il place *a priori* la fibre neutre à 1 centimètre au-dessous de la sous-face du hourdis et calcule ses fers en conséquence.

P et P' étant trouvés égaux à 2788 kilos,  $L = 3,60$ ,  $Mf = 1\ 004$  kilogrammètres et  $H' = 0,20 - 0,14 = 0,06$ , nous avons

$$S = \frac{1\ 004}{2 \times 0,06 \times 10\ 000\ 000} = 836 \text{ millimètres carrés,}$$

soit deux fers de 24 millimètres de diamètre, dont la section totale est de 904 millimètres.

Ce dernier calcul prouverait peut-être que les surfaces de hourdis sont relativement un peu larges pour le soffite, en d'autres termes, qu'il aurait peut-être été bon de diminuer la portée de ces hourdis, et par conséquent d'augmenter le nombre des poutrelles. Mais il est juste d'ajouter qu'il faudrait alors diminuer l'épaisseur du hourdis et que cela conduirait, en pratique, à une moins bonne exécution.

Rue de Rivoli, 144, dans la construction de M. Fiquet, la

proportion des hourdis et des poutrelles permet de calculer celles-ci comme la poutre.

\*  
\* \*

Avant de passer aux calculs, d'ailleurs très élémentaires, des poteaux, nous croyons intéressant de transcrire ici quelques considérations générales qui accompagnaient la feuille autographiée des calculs dont nous venons de donner une analyse et qui nous avait été remise, à nous comme à nos confrères, par M. Hennebique, présent aux séances d'essai de la rue Pétreille et de la rue de Rivoli :

On voit, dit M. Hennebique, que, pour la détermination des résistances à opposer aux efforts fléchissants, nous ne tenons pas compte de la différence d'élasticité du béton et du fer. Nous supposons les pièces examinées arrivées à l'état d'équilibre, sous l'action des charges d'une part et la réaction des appuis de l'autre.

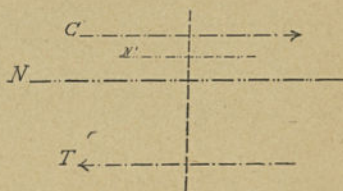


Fig. 6.

Le béton, dans nos planchers, développant des résistances de trois à quatre fois supérieures à celles qu'il donne sous les presses à essayer, ne subit par compression qu'un raccourcissement insignifiant jusqu'à des charges que l'on peut évaluer de 100 à 150 kilos par centimètre carré.

Il faut voir dans ce fait la raison de la grande raideur de nos planchers sous des charges d'essai qui paraissent extraordinaires. En effet, avec des coefficients de travail calculés de 10 kilos par millimètre carré pour le fer et de 25 kilos par centimètre carré pour le béton, nos planchers, surchargés à une fois et demie les charges demandées, ne fléchissent guère que de  $1/1500$  à  $1/2000$  de leur portée.

Examinons la projection d'une section de poutre, telle que déterminée par nos calculs (*fig. 6*) ; T, centre de gravité des tractions ; C, centre de gravité des compressions ; N, axe des fibres neutres, sur lequel pivote le couple des efforts égaux et opposés des tractions et des compressions.

On conçoit que, si pour atteindre aux coefficients de travail calculés, l'une des deux cordes s'allonge tandis que l'autre ne se raccourcit presque pas, l'axe N se rapproche de la corde la moins élastique, augmentant ainsi le bras de levier de la résistance du fer aux dépens du béton. Nous avons préalablement prévu ce fait

en adoptant pour le fer un coefficient de travail égal à  $10/33^{\text{es}}$  de sa résistance à la rupture, tandis que pour le béton nous avons pris  $25/300^{\text{es}}$  de sa résistance à la rupture sous la presse et  $25/900^{\text{es}}$  de sa résistance à la rupture dans le travail de nos poutres.

Ces formules et ces coefficients, qu'une pratique déjà longue et d'importants travaux exécutés ont confirmés, nous permettent d'utiliser, en les augmentant, toutes les résistances des deux matières mises en œuvre.

Que nous composions des poutres-cloisons d'une épaisseur de  $0^{\text{m}},10$  à  $0^{\text{m}},15$  dont la hauteur dépasse la portée, comme dans les silos à grains et les réservoirs, où les charges sont considérables, ou que nous appliquions nos formules à des planchers sans poutres dont l'épaisseur ne dépasse pas  $1/36$  de la portée, les résultats sont toujours les mêmes.

#### BARRES PLIÉES

Nous n'avons pas parlé jusqu'ici, pour ne pas charger nos explications, de certains des tendeurs en fer rond que



Fig. 7. — Barre pliée.

M. Hennebique dispose dans les poutres et les poutrelles, parfois même dans les hourdis, et qui affectent la forme indiquée ci-dessus (*fig. 7*).

M. Hennebique dit à ce sujet :

La fonction des barres pliées est double :

- a. Elles forment avec les barres restées horizontales et les étriers un triangle indéformable dont la résistance à l'effort tranchant croît en s'avancant vers l'appui, où cet effort est maximum.
- b. Elles suivent et rencontrent exactement l'effort fléchissant d'une poutre continue à plusieurs travées.

C'est la disposition de ces barres qui nous permet d'appliquer à ces poutres la formule de demi-encastrement  $\frac{p l^2}{10}$ .



ÉTRIERS

Les étriers en fer plat qui sont disposés verticalement dans le ciment armé, embrassant les fers tendeurs horizontaux, et terminés à leur sommet en une sorte de queue de carpe (fig. 8), ont surtout pour but de résister aux efforts tranchants. Ils établissent entre les deux matières une solidarité complète.

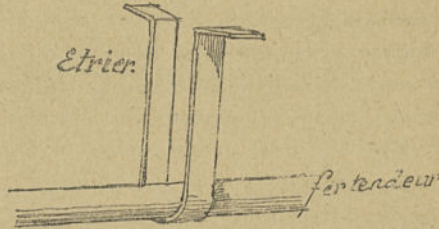


Fig. 8. — Étrier.

M. Hennebique les espace le long des fers tendeurs, en les écartant de moins en moins les uns des autres au fur et à mesure qu'ils se rapprochent des portées, parce que c'est là où les efforts tranchants verticaux ont le plus de puissance.

POTEAUX

Les poteaux travaillent seulement à la compression. Ils sont armés de fers ronds verticaux, analogues aux tendeurs, mais maintenus de distance en distance (tous les 40 ou 50 centimètres environ), dans la verticale et dans leurs espacements, par des entretoises et plus souvent des plaques en tôle percées de trous dans lesquels on les enfle (fig. 9).

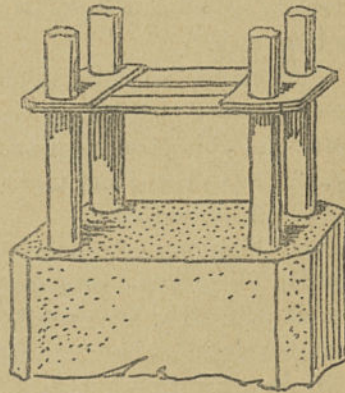


Fig. 9. — Poteaux.

Pour le calcul, il suffit de compter les centimètres carrés de la section du ciment pour 25 kilos de résistance et les millimètres de la section des fers pour 10 kilos. La résistance totale ainsi obtenue doit nécessairement être égale au poids dont les poteaux sont chargés.

La cohésion du béton qui enveloppe les fers est telle, que ceux-ci ne peuvent augmenter de section en se raccourcissant.

Le régime d'élasticité sous charge de l'ensemble est, dit M. Hennebique, celui de l'aggloméré dont la force s'est accrue de toute la résistance des barres.

M. Hennebique ajoute encore que des expériences sur le béton armé, poussées jusqu'à la rupture, ont démontré l'impossibilité d'une rupture brusque et immédiate.

Lorsque, dit-il, la limite d'élasticité du système est atteinte, des fissures apparaissent dans le béton; à ce moment, on est à peine à la moitié de la résistance totale de la pièce. Si l'on continue à charger, les fissures s'accroissent; des morceaux de béton se détachent alors que la rupture n'est pas imminente.

Nous n'avons jamais eu à vérifier ces dires; nous en laissons, par conséquent, toute la responsabilité à M. Hennebique.

\*  
\* \*

Il serait évidemment très intéressant de savoir encore quels peuvent être les avantages du ciment armé au point de vue purement économique, d'en comparer, par exemple, le prix de revient avec celui des ossatures de fer employées couramment aujourd'hui dans beaucoup d'édifices utilitaires. Mais le nouveau genre de construction n'a reçu, à Paris, que bien peu d'applications, et nous n'avons pas sur celles-ci de renseignements précis; force nous est de demander à nos confrères la permission de leur présenter une étude personnelle de la question.

Nous avons fait cette étude à propos seulement d'un rez-de-chaussée de bâtiments à usage de manutentions et d'ateliers, qui doit être surélevé plus tard de six étages (voir, *fig. 10*, la coupe d'une travée courante de 3<sup>m</sup>,50 de largeur sur 10<sup>m</sup>,30 de portée).

Nous donnons cet exemple, si restreint qu'il soit, parce que les études dont il a été l'objet ont été faites avec une grande précision. Les architectes y trouveront certainement quelques données leur permettant de se faire un commencement de conviction à l'égard de la nouvelle méthode.

De premiers calculs faits à propos de l'étage de rez-de-chaussée dont nous parlons, en supposant une construction à ossature de fer, avec des planchers pouvant supporter une surcharge uniformément répartie de 700 kilos par mètre carré, nous nous étions arrêtés :

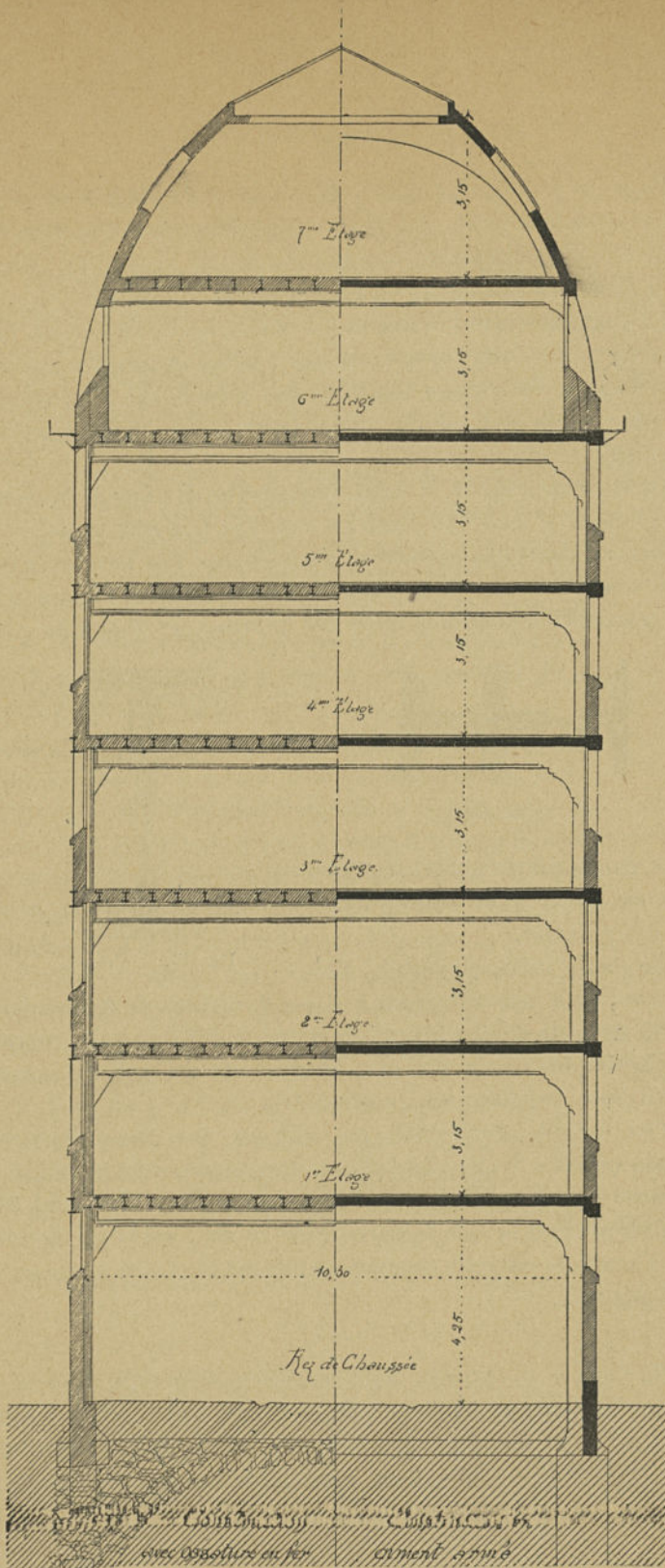


Fig. 10. — Construction à l'usage d'atelier. Coupe d'une travée.



Pour les poteaux montants des façades, destinés à recevoir dans l'avenir le poids des étages supérieurs, à une section de  $0,45 \times 0,25$ , composée, comme l'indique la *fig. 11*, d'une âme et de trois semelles en tôle et cornières rivées.

La distance entre les sols et les plafonds des étages, un peu restreinte, ne nous permettait pas d'adopter pour les poutres une section de grande hauteur, qui aurait été plus économique; nous avons dû nous tenir dans 55 centimètres (*fig. 12*).

Quant aux solives, il suffit d'employer des fers à double T de 14 espaces de  $0^m,50$  d'axe en axe. Les poteaux eussent été reliés, au droit des planchers, dans le sens des façades, c'est-à-dire sur les côtés de  $3^m,50$  des travées, par des filets en tôle et cornières assemblés avec les poteaux et disposés pour



Fig. 11. — Poteau.

rester apparents comme les faces extérieures et intérieures de ces poteaux.

Le sol incompressible se trouve, dans notre terrain, à 8 ou 9 mètres de profondeur. Nous devons établir les points d'appui sur des puits remplis de béton et reliés un peu au-dessous du sol du rez-de-chaussée, par des arcs en meulière.

Les façades, dont nous ne parlons que pour mémoire, parce qu'elles restent les mêmes avec le nouveau système du ciment armé comme avec l'ossature de fer, devaient être construites en brique apparente de  $0^m,22$ ; mais les hourdis de planchers eussent été faits en plâtras et plâtre, par mesure d'économie.

\*  
\* \* \*

Si nous considérons, dans cette construction, une seule ferme composée de deux poteaux montants, d'une poutre maîtresse et des demi-travées adjacentes, comprenant par conséquent dix-neuf solives avec leurs hourdis, et de quatre

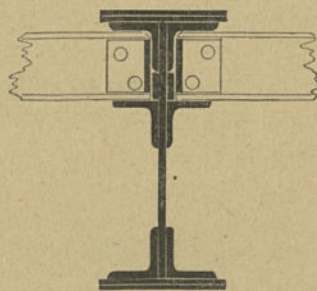


Fig. 12. — Poutre.



demi-poutrelles de façade formant linteaux extérieurs des baies, nous trouvons :

- 1° Pour les poteaux, la poutre et les demi-poutrelles, un poids de fer de . . . . . 5485 kil.,
- 2° Pour les solives . . . . . 925 —
- 3° Pour entretoises . . . . . 190 —
- 4° Pour fentons. . . . . 45 —
- 5° Pour plaques, rivets, renforts, goussets, etc., 548 —

Qui, portés aux prix respectifs de la Série, de 0 fr. 61, 0 fr. 30, 0 fr. 32, 0 fr. 19, diminués d'un rabais vraisemblable de 25 pour cent, accusent une dépense de . . . fr. 3016 »

6° Pour le hourdis du plancher en plâtras et plâtre, et le scellement des lambourdes (inutile avec le ciment armé, puisque les lambourdes y sont simplement fixées par un clou planté dans le ciment encore frais),

7° Pour les arcs et les piles en meulière au-dessus des puits de béton dans la hauteur des arcs, qui sont remplacés par des poutres en ciment,

8° Pour les parpaings en ciment des façades, qui feraient double emploi avec les poutres de ciment armé comptées d'une hauteur assez grande, de façon à servir en même temps de parpaings,

Nous trouvons, d'après la Série, une dépense de 841 fr. 50, qui doivent être ramenés, par un rabais vraisemblable de 15 pour 100, au chiffre net de . . . . . 715 30

9° Pour la peinture à deux couches de minium et deux couches en plus sur les parties apparentes, déduction faite d'un rabais de 25 pour 100. . . . 150 »

Ensemble. . . . . fr. 3881 30

La dépense résultant de l'emploi du ciment armé comprend :

- 1° Les poteaux,
- 2° La poutre et le plancher,
- 3° Les bandeaux de façade formant linteaux extérieurs des baies,

A reporter. . . . . 3881 30

<i>Report</i> . . . . .	3881 30
4° La poutre transversale reliant les puits de béton et les poutres formant parpaings des façades,	
5° Une hauteur de béton correspondant à la hauteur de la retombée des arcs en meulière comptés dans la construction à ossature de fer,	
Dont le prix de revient, net, traité à forfait, est de	2158 90
Différence. . . . .	fr. 1722 40

C'est-à-dire, que, si nous comparons, dans le cas particulier pris ici pour exemple, les dépenses résultant des deux modes de construction qui sont successivement envisagés, nous trouvons en faveur du ciment armé une économie de 44 pour 100.

Il est juste d'ajouter, pour éviter des illusions, que cette économie ne se retrouverait plus aussi forte lorsque l'on surélèvera les bâtiments.

Les poteaux de ciment seront bien diminués de section, comme les poteaux de fer, au fur et à mesure que la charge des étages supérieurs deviendra moindre ; mais la différence de prix qui en résulterait serait beaucoup plus accentuée avec le fer, et, d'autre part, on ne retrouverait plus l'économie réalisée, au rez-de-chaussée, sur les arcs en meulière des fondations et les parpaings des façades.

Nous croyons que, dans le cas de la construction à toute hauteur du bâtiment en question, l'économie résultant de l'emploi du ciment armé se résumerait par une moyenne de 25 pour 100.

\*  
\* \*

D'autres calculs faits à propos de planchers de moindres portées beaucoup moins surchargés il résulterait que cette économie de 25 pour 100 décroîtrait d'une manière très sensible avec des portées plus faibles et des surcharges moindres, et, inversement, qu'elle augmenterait dans le cas contraire.

Pour des planchers d'habitation de portées ordinaires que l'on peut composer avec des fers à double T de 12, de 14 ou même de 16, sans poutres, l'emploi du nouveau système de construction n'aurait pas d'opportunité. Sitôt que les portées atteignent 8 mètres et que les surcharges dépassent 400 kilos, l'économie se fait sentir. Avec des surcharges de 1000 et

2 000 kilos par mètre carré et des portées de 10, 12 et 15 mètres on obtiendrait des résultats tout à fait dignes d'attention, et très probablement mieux encore pour des portées et des surcharges plus grandes.

Il ne faut pas cependant croire que cette progression puisse être indéfinie. D'après les études théoriques faites jusqu'ici, les effets économiques des très grandes portées, après s'être manifestés surtout dans les environs de 25 mètres, tendraient encore à s'affaiblir, jusqu'à devenir nuls, en approchant de 50 mètres, à moins cependant qu'on ne trouve des moyens de diminuer, à ce moment, le poids mort de ciment qui enveloppe les fers tendeurs.

Ce poids, en devenant considérable, oblige à trouver des résistances à la traction qui sont de plus en plus onéreuses et qui finissent par détruire l'économie du système.

Ces portées extraordinaires n'étant que très rarement employées dans la construction des bâtiments, nous ne croyons pas devoir y insister davantage.

Examinons brièvement, pour clore cette étude, quel peut être l'avenir du ciment armé dans les travaux d'architecture, d'après les données que nous possédons aujourd'hui.

\*  
\* \*

Un assez grand nombre d'ouvrages en ciment armé d'après la nouvelle méthode sont en projet, quelques-uns déjà très étudiés.

Notre confrère de la Société centrale, M. Scellier de Gisors, prépare l'essai d'une travée de très grande portée, en vue de bâtiments qui doivent compléter les constructions déjà élevées par lui boulevard Brune, et qui sont affectées à des ateliers du ministère des postes et des télégraphes.

Ce sont là, soit dit en passant, des constructions remarquables. L'architecte, tout en accusant franchement leur destination utilitaire, a su y mettre une note artistique intéressante. On voit du dehors d'immenses travées-ateliers séparées par des piles robustes de brique rose, avec de grandes vitreries dans des devantures de fer ; au centre, un grand bâtiment développé tout en façade, adroitement troué aux divers étages de baies étroites ou très larges, ou d'arcades sobrement indiquées par quelques linteaux de pierre ; puis

de hautes passerelles traversant l'espace sur des arcs surbaissés ; enfin, aux bons endroits du plan, couronnant deux pavillons de retour très étroits qui accotent le bâtiment central, des sortes de belvédères en pierre et brique sous lesquels des motifs de cadrans très heureux de décor jettent une note du meilleur goût. Les plus infimes détails sont étudiés avec un soin extrême, dans un parti pris simple, et acquièrent une belle tenue du seul fait des qualités sérieuses de leur construction. Chéneaux formant corniches supportés par des chevrons doublés, triplés et chantournés, descentes des eaux, barres d'appui et balcons de fer forgé, tout ici, jusqu'aux petits portiques des pavillons de concierge avec leurs auvents en charpente de bois couverte en tuiles, jusqu'aux colorations choisies pour s'harmoniser avec les roses naturels de la brique, au vert saule des boiseries, aux divers gris des fers, aux sertissures d'or sur pierre des motifs des cadrans, tout dénote l'intelligence d'un artiste de talent et le souci de bien faire d'un praticien avisé. Chaque chose est, prise à part, comme un modèle de convenance parfaitement adaptée à la nature du sujet.

M. Scellier de Gisors, sachant que nous nous occupions de ciment armé, était venu en causer avec nous il y a quelque temps. Il trouvait, lui aussi, que le nouveau système se présentait sous des apparences vraiment rationnelles, et il croyait que l'État, son client, trouverait à l'employer des avantages sérieux. La travée que notre confrère voudrait faire exécuter à titre d'essai, avant de proposer une décision ferme en faveur du système, aurait 15 mètres de portée, sans colonnes intermédiaires ; le plancher devrait supporter une surcharge de 2000 kilos par mètre carré. C'est, on en conviendra, une expérience du plus haut intérêt. Nous serions heureux que M. Scellier de Gisors voulût bien nous aviser du jour des épreuves et nous permettre d'en faire part à nos confrères.

\*  
\*  
\*

Ce dernier exemple, joint à ceux que nous avons déjà fait connaître, indique le genre de faveur accordé pour l'instant au ciment armé. On voit surtout l'application de la nouvelle méthode dans les édifices utilitaires, pour des ateliers, des



dépôts, des magasins, des usines, partout où l'on désire, avec la moindre dépense, une sorte d'état fondamental particulièrement réfractaire à l'incendie et d'une durée indéfinie sans aucun entretien. C'est bien là, en effet, comme aussi dans les écoles publiques et partout où le programme exige de grandes salles superposées en divers étages, qu'apparaît d'abord l'opportunité du système.

Nous avons déjà dit notre peu de confiance dans l'avenir du ciment armé à propos des planchers des habitations ordinaires ; notre ferronnerie en usage à Paris revient à un prix modique et paraît suffisante contre les risques d'incendie. On peut cependant concevoir en ciment des poitrails de façade qui devraient porter les six étages d'une maison de rapport, en franchissant à rez-de-chaussée des portées de 7 à 8 mètres, sans colonnes. Ces poitrails se prêteraient bien à tous les trous de scellement que l'on peut imaginer et à tous les enduits de plâtre. C'est un calcul à faire, dans ce cas particulier, en comparant au coût du ciment celui d'une poutre en tôle et cornières, avec les dépenses incidentes qui résultent de l'emploi du fer.

Lorsque les planchers doivent être hourdés par des voûtes de brique, comme pour former l'assiette des rez-de-chaussée, par-dessus les sous-sols, surtout au droit des cours à ciel ouvert, l'emploi du ciment paraît indiqué. On peut le disposer, si l'on veut, en plateaux de 12 à 14 centimètres d'épaisseur, sans poutres ni poutrelles, et du moins n'avoir jamais à craindre, comme avec des planchers à ossature de fer, les infiltrations qui oxydent les solives. Le plancher de cour de M. Fiquet est un bon exemple à suivre.

Le ciment armé serait encore bien à sa place pour des planchers analogues à ceux dont M. A. Leclerc va couronner son bâtiment de la rue Pétrelle, c'est-à-dire pour des planchers chargés de 700 ou 800 kilos, destinés à être couverts en terrasse. Ce n'est pas, cependant, qu'on doive considérer le ciment comme absolument imperméable ; — M. A. Leclerc y ajoute une couverture horizontale d'un nouveau genre, dite de *ciment volcanique*, doublée par-dessus d'un dallage en ciment ordinaire sur forme de gravillon, couverture, entre parenthèses, fort intéressante et dont nous parlerons dans un prochain article ; — mais le ciment armé donne dans ce cas

spécial un surcroît de sécurité qu'on ne peut demander à aucune autre matière.

En thèse générale, le nouveau système de construction convient beaucoup aux ouvrages souterrains. Et nous n'entendons pas seulement que les planchers des caves soient ainsi faits, mais encore les piliers et les murs. De simples cloisons de ciment armé, analogues à celles des silos à grains que nous avons vus dans le Nord et à Nantes, peuvent, avec des renforts convenablement disposés de distance en distance, supporter toutes les poussées des terres. Une étude sérieuse dirigée dans ce sens permettrait aux architectes de gagner beaucoup de place dans certains sous-sols, tout en réalisant les substructions les plus homogènes qu'on puisse imaginer.

Si le sol même où doit être assis un édifice était instable et compressible, sur la tourbe par exemple, un plancher de 15 centimètres d'épaisseur, réconforté par des poutres moulées à même dans le sol, défierait toute rupture des maçonneries supérieures par suite de tassements inégaux. Nous voyons à Paris, dans des quartiers où le bon sol est difficile à atteindre, que les architectes fondent leurs constructions sur des plateaux de béton de plus d'un mètre d'épaisseur, couvrant toute la surface du bâtiment ; le plateau de ciment dont nous parlons coûterait probablement moins cher et serait à coup sûr plus efficace.

Il peut se faire, si jamais le Métropolitain parisien vient à s'exécuter, que les voies passent en certains endroits sous des maisons de six étages et, par conséquent, que celles-ci doivent être suspendues sur des plates-formes portées par des piliers. Les poutres, les hourdis de plancher entre poutres et les piliers construits suivant la nouvelle méthode donneraient, une fois faits, aux constructeurs nos confrères, le droit de dormir, comme on dit, sur les deux oreilles, aucun entretien n'étant plus nécessaire pour conserver la parfaite solidité de l'ouvrage.

Personnellement, nous avons eu à élever, il y a de cela vingt-sept ans, à l'Isle-Adam, un clocher en pierre de plus de 15 mètres de hauteur, sur une vieille tour du seizième siècle, dont une partie n'était guère solide et que nous ne pouvions songer à reprendre. Nous avons bâti notre édifice nouveau sur un châssis horizontal composé d'un cadre et de

diagonales, construit en poutres tubulaires de tôle et cornières, et ce à une vingtaine de mètres au-dessus du sol, en portant le cadre lui-même sur des colonnes de fonte disposées dans les angles intérieurs de la tour. Le résultat a été très bon ; mais la pluie et la neige, qui passent entre les abat-sons, font rage sur certaines faces isolées des poutres ; une buée humide séjourne dans les aîles des cornières ; personne ne va voir si haut ce qui s'y passe. Il nous est venu parfois des inquiétudes au sujet de la durée de nos substructions métalliques. Ce serait à recommencer aujourd'hui, nous n'hésiterions pas à asseoir le clocher sur une plate-forme de ciment armé portée par des piliers de même nature<sup>1</sup>.

Maintenant, quelles formes l'architecte donnera-t-il aux organes d'une construction de ciment armé ? La question ne s'est guère posée jusqu'ici ; il s'agissait d'édifices purement utilitaires ; avec quelques chanfreins et des corbeaux bien profilés, l'effet produit n'a pas été moins bon que si l'on avait employé des charpentes de bois, dont le ciment rappelle assez bien l'apparence. Mais doit-on se borner à considérer ce genre de construction uniquement au point de vue de l'utilité, sans plus chercher à l'employer dans des édifices un peu artistiques ?

Il y aurait évidemment, dans ce cas, des formes à trouver, discrètes si l'on veut, en tout cas aussi faciles à inventer que celles du fer et plus susceptibles de produire un peu d'effet, puisque nous avons affaire ici à une matière qui se présente en masses et en surfaces. Toute surface est décorable ; reste à trouver le décor le plus facilement applicable et le plus intéressant au point de vue artistique.

On peut enduire les piliers de stuc, les revêtir de bois ou de marbres, se contenter encore de les peindre ; — nous en

---

1. Notre confrère M. Gustave Lecomte nous signale M. Monier père comme étant le premier constructeur d'ouvrages en ciment qui ait eu l'idée d'y noyer des grillages métalliques. Le fils de M. Monier, qui a succédé à son père, applique encore les mêmes procédés à des constructions de bassins, de citernes, de réservoirs, etc., à des chaperons de murs, à des plaques pour hourdis entre solives de plancher en fer à double T, et enfin, d'après ses prospectus, à des voûtes de 2 à 10 mètres de portée.

avons vu, à Roubaix, qui étaient décorés en imitation de marbre ; — on peut enduire les plafonds avec du plâtre, y ajouter des moulures, y suspendre des stafs, bref, orner les surfaces de ciment comme on orne celles de brique ou de plâtre ; mais c'est vieux jeu. Il y a mieux à faire, à notre avis, en profitant précisément de la qualité spéciale de la matière pour y incorporer un genre de décor déjà vu, il est vrai, mais toujours superbe et parfaitement nouveau en France : nous voulons parler de la peinture à fresque, et cela nous conduit à demander à nos lecteurs l'autorisation d'introduire ici une dissertation incidente ; nous tâcherons qu'elle soit aussi courte que possible.

\*  
\* \*

Tous les architectes savent ce que c'est que la peinture à fresque : une peinture à l'eau exécutée sur un enduit de mortier encore frais, qui sèche avec cet enduit et s'y incorpore d'une façon intime, acquérant ainsi la durée presque indéfinie du mortier fait et exposé dans de bonnes conditions.

En dehors des architectes, tout le monde parle de fresques, les critiques d'art surtout, mais en confondant sous cette expression toutes les peintures murales, de quelque façon qu'elles soient exécutées. Quelques-uns connaissent le procédé de la véritable fresque ; très peu semblent se douter que ce procédé donne naissance à une tonalité décorative spéciale, impossible à obtenir par tout autre moyen.

Les peintres, habitués à la peinture de chevalet, ont longtemps cru que l'étendue prodigieuse des ressources de la peinture à l'huile permettait d'imiter tout ce qui se voit. C'était vrai en ce sens que, dans un tableau, l'imitation des tons et des effets naturels paraît exacte du seul fait de la justesse des relations des tons entre eux. Tant que cette justesse se maintient, — et elle se maintient longtemps entre des tons d'une même origine, — l'illusion persiste ; mais ce n'est qu'une illusion. Un ton quelconque obtenu par de la peinture à l'huile, séparé des autres tons qui déterminent sa valeur et sorti du cadre qui isole l'ensemble du tableau des tonalités étrangères, de celles par exemple des étoffes et des murailles, n'a jamais la qualité propre de ces tonalités spéciales.

Les peintres ont aperçu cette vérité quand ils ont voulu

faire de la vraie fresque sur de la toile. Ils ont modifié la base de leurs couleurs, en y ajoutant de l'essence et d'autres ingrédients; mais ils ont seulement obtenu des à-peu-près qui auront le sort de toutes les imitations, c'est-à-dire qui perdront peu à peu, en vieillissant, leurs quelques points de contact avec la fresque exécutée du mortier.

Les peintres et les critiques d'art n'attachent peut-être pas une grande importance à ce résultat. Ils se sont habitués, voyant et jugeant un tableau, à faire complètement abstraction de la matérialité de la peinture; ils retrouvent toujours les formes et presque toujours les intentions de coloris de l'auteur, assez pour en apprécier le talent, et cela leur suffit. Nous-mêmes, en tant qu'amateurs, nous nous plaçons souvent au même point de vue. C'est évidemment très légitime, mais l'architecte ne peut pas se contenter de pareilles imaginations.

Quand l'effet harmonieux d'un monument est en jeu, et nous entendons ici d'un de ces monuments de pierre apparente, par exemple, qui seront toujours la plus haute expression de notre art, qu'il s'agisse d'édifices religieux ou de ces grands vaisseaux dans lesquels évoluent des escaliers de marbre d'une tournure vraiment monumentale, ou de certaines grandes salles des palais publics, l'architecte a le droit de faire à son tour, et pour un instant, abstraction du talent du peintre décorateur. Il peut ne juger le décor qu'au point de vue de la tache produite par la peinture et rejeter toute espèce de procédé qui n'est pas susceptible de donner une note juste dans l'ensemble.

Nous avons vu, à Venise, des œuvres d'un même peintre, de Véronèse, exécutées les unes à l'huile sur de la toile, les autres à fresque sur du mortier. L'artiste, cela va sans dire, avait traité ces deux procédés avec le même talent. Cependant, considérés au seul point de vue de la matérialité des tons et de l'effet de la coloration générale appliquée sur les murs d'un édifice, les tableaux à l'huile semblaient comme des flaques sombres que perçaient çà et là les éclats rancis d'une lumière artificielle. Les fresques, plus grossières, moins nuancées, avaient gardé, en vieillissant, des lumières franches comme celles que met le plein jour dans les cannelures d'une colonne de pierre apparente.

Michel-Ange, qui s'y connaissait un peu, fut, dit-on, invité par le pape Jules II à peindre à l'huile les décors de la chapelle Sixtine. Le pape avait été circonvenu par certains artistes qui voyaient dans ce procédé de peinture, alors nouveau, des avantages extraordinaires. Mais Michel-Ange ne se laissa pas convaincre. « La peinture à l'huile est bonne, dit-il, pour les dames et les personnes lentes qui se piquent d'habileté. » Le grand artiste avait compris que la décoration monumentale n'avait rien à voir avec les avantages extraordinairement raffinés de la peinture à l'huile.

\* \*

Au siècle dernier, les critiques d'art très avisés ont souvent dit que la fresque était « la forme la plus parfaite de la peinture monumentale ». On n'a cependant presque jamais exécuté chez nous de peintures de ce genre, et cela se conçoit un peu.

Les matériaux de nos régions ne se prêtent pas à l'emploi des enduits de mortier. Ceux-ci ne tiennent bien que sur du moellon dur et sec comme le moellon de marbre d'Italie, ou sur de la brique bien cuite. Or, nous avons peu de moellon dur; nous ne connaissons guère les voûtes en brique employées en guise de plafonds dans les palais italiens; nous possédons au contraire en abondance de l'excellente pierre tendre et en surabondance du plâtre non moins excellent, d'un usage extraordinairement commode, qui se prête mieux que toute autre matière à tous les enduits et à tous les reliefs imaginables. On ne peut guère en vouloir aux constructeurs de n'avoir pas songé, même pour les monuments, à des enduits de mortier, alors que la mise en œuvre de ce genre d'ouvrage eût nécessité presque une révolution dans les procédés courants de la construction française.

Depuis, nous avons sensiblement modifié nos moyens. On ne bâtirait plus maintenant, comme au commencement du siècle, des sous-sols en moellon hourdé de plâtre. La construction de meulière, adoptée même pour les murs en élévation, a familiarisé les ouvriers avec l'emploi du mortier. Nous possédons tout ce qu'il faut pour faire avec cette matière d'excellents enduits; il nous manque seulement, lorsqu'il s'agit de plafonds ou de voûtes, des fonds propres à

recevoir ces enduits dans de bonnes conditions : on les trouverait avec le ciment armé.

\*  
\* \*

Les imitations de fresques sont aujourd'hui en grande faveur pour les salles de réception des hôtels de ville, des mairies et autres édifices civils. Or, on peut établir à bon compte, avec le nouveau système de construction que nous avons analysé, des voûtes ou de très grands plafonds capables de résister aux charges d'étages supérieurs aménagés en vices administratifs quelconques. Les surfaces de ciment, exposées en élévation, acquièrent une dureté sèche vraiment incomparable; rien ne se prêterait mieux à l'application d'enduits minces de mortier, décorables par de la vraie peinture à fresque.

Notez que cette peinture ne donne pas seulement lieu à des tonalités de décor différentes de celles que nous connaissons. La qualité maîtresse de ces tonalités, leur fraîcheur mate, et surtout leur franchise à propos des lumières et des ombres, permet de détacher, sur des fonds lisses, des perspectives d'architecture curieuses, d'un grand intérêt. C'est ainsi que dans le *Palasso rosso*, à Gènes, à l'église des *Santi Apostoli*, à Venise, à celle des Jésuites, à Rome, dans certains palais de cette ville, dans celui des princes-évêques, à Würzburg, etc., des peintres de fresques, Carlone, Parodi, Deferrari, Tiepolo, ont composé des décors extraordinaires, sans recourir à l'adjudication d'aucuns reliefs d'ornements, de moulures ou de statuaire.

La peinture à l'huile a un besoin absolu de ces reliefs; elle doit être énergiquement isolée des tonalités étrangères, pour garder en vieillissant, sous le voile d'un jaune rance qui l'éteint peu à peu, les relations premières de ces tons; la véritable peinture à fresque se suffit à elle-même.

Nous pouvons, avec ce procédé, supposer tous les artifices du décor rendus par la peinture seule, et, avec les surfaces les plus simples, obtenir les effets les plus riches.

On ne connaît, en France, que par des à-peu-près insuffisants la splendeur des décors réalisée par la peinture monumentale, telle qu'on la comprenait en Italie après la première Renaissance, au dix-septième siècle. Cette peinture,

rajeunie par les recherches d'artistes épris de modernité, satisferait certainement notre passion, parfois un peu malade, pour toutes les nouveautés.

Personne ne s'en plaindrait : ni les amateurs qui cherchent des sensations visuelles plus aiguës dans les exotismes les plus barbares ; ni les peintres, qui verraient dans les études du genre de décor dont nous parlons un moyen de faire valoir leur extrême habileté ; ni nous-mêmes, architectes, qui avons souvent gémi de voir des artistes du plus grand talent se donner une peine du diable pour faire des taches, destinées le plus souvent à devenir désagréables, sur les voûtes, les plafonds ou les murs de nos monuments.

FIN





