

BÉTON ARMÉ

SYSTÈME KAHN



BREVETÉ

BUREAU TECHNIQUE

BÉTON ARMÉ SYSTÈME KAHN

101, RUE D'ALLEMAGNE, 101

BRUXELLES



BÉTON ARMÉ SYSTÈME KAHN



BREVETÉ

BUREAU TECHNIQUE

BÉTON ARMÉ SYSTÈME KAHN

101, RUE D'ALLEMAGNE, 101

BRUXELLES

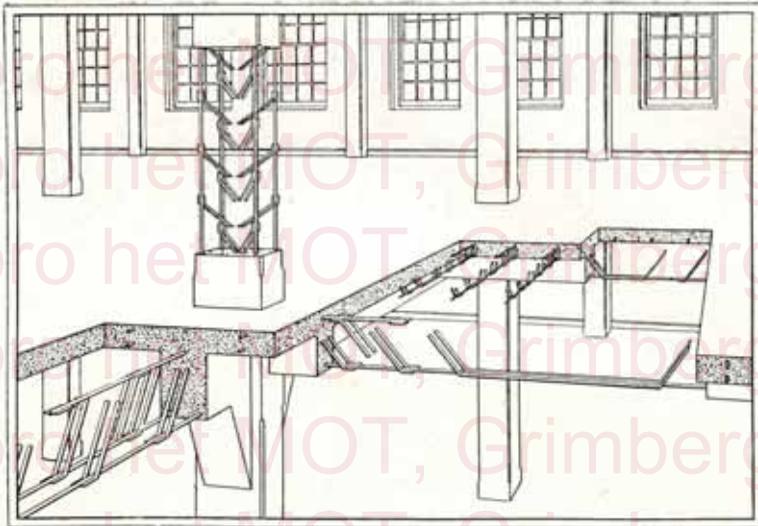


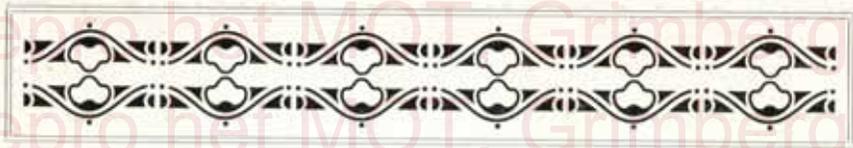
Schéma d'une construction du béton armé — Système Kahn

Compagnies KAHN, dans d'autres pays :

- Trussed Concrete Steel Co, Détroit Mich. E. U. d'Amérique
- Trussed Concrete Steel Co of Canada Ltd., Toronto Canada
- Trussed Concrete Steel Co Ltd, Londres, Angleterre-Bombay, Indes
- Deutsche Kahneisen Gesellschaft, Berlin, Allemagne
- Baghino, Viale & Co, Gênes, Italie
- Kreuger & Toll, Saint-Pétersbourg, Russie
- Kreuger & Toll, Stockholm, Suède
- Mr. H. Johannesen, Christiania et Trondhjem, Norvège
- P. Mercx & Co, Tilburg, Hollande
- Fritz Marti, Soc. An., Berne, Suisse
- P. G. Munck, Copenhague, Danemark
- Arnhold Karberg & Co, Shanghai, Chine
- American Trading Co, Yokohama, Japon

Représentations :

- En France, en Espagne, au Mexique, au Brésil,
- en Argentine, à Cuba, en Jamaïque, au Transvaal,
- en Australie, etc.



A présent que la connaissance des principes gouvernant l'emploi de l'admirable matériel qu'est le Béton Armé, s'est répandue dans tous les cercles du monde des Entrepreneurs de Bâtiments et que l'importance et l'extension de ce matériau sont en progrès rapide, il nous semble intéressant de consacrer quelques lignes sur un des éléments principaux entrant dans sa composition : le fer.

Nous supposons qu'il est généralement connu que le Béton est très résistant à la compression, tandis que sa résistance à la tension ou aux forces tranchantes n'est que faible et ne représente qu'une fraction de la première quantité.

Par conséquent, il n'y a pas lieu, dans une construction en Béton ou en Béton Armé, de donner au Béton une autre fonction que la transmission des forces compressives. On ne doit point compter, ou tout au moins, que dans une mesure très restreinte, sur sa capacité de résister aux autres efforts. Il importe alors que l'armature, par sa disposition, sa forme et ses autres propriétés physiques, puisse se prêter à recevoir les efforts tensifs dans la construction en offrant une résistance parfaite contre le glissement près de l'axe neutre et en assurant une adhérence absolue et cela indépendamment de la composition du Béton, des soins qu'on a pris en exécutant, ou d'autres causes qui empêchent un fort serrement autour du fer. Pour cela il convient de prévoir un squelette métallique dont les différentes parties tiennent intimement les unes aux autres et dont la matière sera distribuée judicieusement et proportionnellement à l'intensité des forces tensives à chaque endroit. Cette armature sera la plus sûre et la plus effective.

Pour se rendre compte de la valeur d'une armature, il faut bien l'envisager à deux points de vue :

a) Au point de vue théorique, c'est-à-dire de quelle façon l'armature doit être construite pour bien travailler conjointement avec le béton ;

b) Au point de vue pratique, c'est-à-dire des qualités qu'elle doit posséder pour répondre à une manipulation facile et à un prix avantageux.

En calculant un armement, il y a, outre ses qualités de résistance, sa limite d'élasticité, son allongement, etc., trois points à examiner :

- 1° Les dimensions de sa partie en tension directe;
- 2° Les dimensions et la distribution de sa partie qui doit résister au glissement du béton : l'armement contre les forces tranchantes;
- 3° Les mesures à prendre pour éviter un glissement du fer dans le béton et pour augmenter l'adhérence au fer.

Il est évident que l'accomplissement d'une de ces fonctions à donner au fer a une influence intime sur les autres fonctions et que même la meilleure solution cache en elle un sacrifice, soit de nature théorique, soit de nature économique.

Pour remédier à l'avenir à cet état de choses, le fer « KAHN » fut inventé. Aussi se présente-t-il comme un armement théoriquement exact et d'une mise en œuvre très facile, tout en écartant les risques plus ou moins grands des travaux en béton armé.



Fig. 1.

Lorsque l'on établit les dimensions d'une armature, on pourrait aux différents endroits de la construction, prévoir la quantité de fer correspondante à la courbe du moment fléchissant, si l'on pouvait être assuré que l'adhérence se fit bien. Malheureusement, il faut à chaque tige ou barre, donner un bout supplémentaire pour permettre un ancrage parfait. Avec les fers ronds, cette longueur est déjà considérable et elle augmentera encore en proportion de la qualité inférieure du Béton, des négligences dans l'exécution et d'autres causes. Le crochet au bout de la barre, qu'on se donne la peine de faire en pliant le fer, pour diminuer la partie faisant ancrage, n'a que trop souvent une valeur aléatoire, soit parce qu'il est fait d'une façon peu profitable, soit parce que, exerçant sur le béton

par suite de sa petite surface, une réaction excessive, il tend à démolir ce dernier.

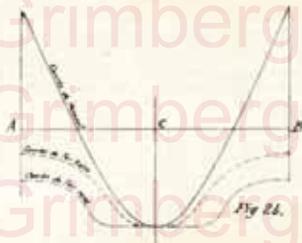
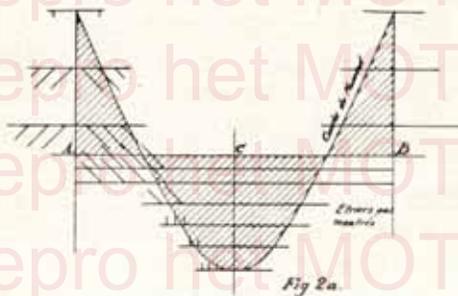
Et pourtant pour le fer « KAHN », l'ancrage se fait d'une façon analogue, seulement la longueur de son ancrage peut être réduite



FIG. 3.

considérablement grâce à ses nombreux étriers à grande surface et à petits écartements qui agissent comme autant de crochets empêchant le cisaillement du Béton.

Les figures 2a et 2b montrent la distribution comparative du fer en employant des ronds et des fers « KAHN » et prenant consciencieusement en considération leur réaction respective sur le Béton.



La figure 2a représente une courbe du moment fléchissant d'une poutre continue, de portée A—B. Les fers « KAHN » sont directement tracés sur la courbe.

La figure 2b montre de suite la quantité de l'armement en bas de la poutre, les ordonnées donnant la grandeur relative des sections des fers ronds ou des fers « KAHN ».

On pourrait prétendre qu'il n'est pas nécessaire avec une armature en fers ronds d'avoir un bout de barre d'une longueur aussi grande pour obtenir l'adhérence. Cela n'est vrai que si le Béton a déjà atteint une partie suffisante de sa force ultérieure pour

pouvoir résister à la compression causée par le crochet ou pour pouvoir transmettre la tension de la barre courte à une autre avoisinante plus longue, ce qui suppose une adhérence du béton déjà parfaite à la dernière.

Habituellement le coffrage est déjà enlevé avant ce moment-là et de nombreux cas, où des constructions en Béton Armé ont cédé, prouvent l'exactitude de ce qui précède. Il vaut mieux s'assurer d'un bon ancrage par des moyens mécaniques et sûrs que de compter sur une adhérence du béton au fer, laquelle dépend exclusivement de la composition du Béton, de la surface du fer, du damage, etc., c'est-à-dire de nombreuses circonstances difficiles ou impossibles à contrôler ou à prévenir. Et dans les constructions exposées à des chocs ou des trépidations, même dans celles irréprochables, l'adhérence qui autrement devrait augmenter diminue et il arrive tôt ou tard que des fissures surviennent dans les poutres, de même, dans un incendie, par exemple : le béton s'échauffe, change un peu dans sa consistance, le bon serrement autour du fer est suspendu ou diminué et de petites fissures apparaissent. Où est alors l'adhérence sur laquelle on comptait tant ?

Supposez aussi l'éventualité d'une surcharge excessive non prévue : par suite de la flexion, le Béton et le fer au-dessous de l'axe neutre vont s'allonger et des crevasses apparaîtront dès que le béton arrivera à la limite de sa résistance tensile. Dans une poutre avec armature de section uniforme et lisse, ces crevasses se grouperont en deux ou trois endroits en de grandes fissures qui entameront sérieusement la zone de compression, amenant ainsi une rupture, alors que dans une poutre avec armature munie sur toute sa longueur de crochets très rapprochés, ces fissures se distribueront et ne pourront nullement constituer une cause de rupture. Des essais, faits au Conservatoire National des Arts et Métiers à Paris, en 1906, et d'autres, ont clairement démontré ce fait. Des poutres à étriers rigidement attachés mais de la même force, composition et chargement que des poutres à étriers détachés, ont supporté 20 p. c. de plus et davantage que ces dernières.

Examinons maintenant la propriété de réagir au glissement du Béton près de l'axe neutre.

Par la figure 4, on se rend facilement compte de la courbure suivie par les lignes principales de tension vers le haut, aux extrémités de la poutre. Il en résulte que si l'on veut obtenir une

armature efficace pouvant transmettre ces efforts, il devient nécessaire d'incliner certains membres constituant de cette armature



FIG. 4. — Poutre librement appuyée.

dans la direction de ces lignes de tension. Des étriers verticaux ne peuvent que très imparfaitement transmettre des forces inclinées.

Placés ainsi autour de la barre principale, ne faisant pas cohésion intime avec celle-ci, ces étriers n'ont aucune valeur comme

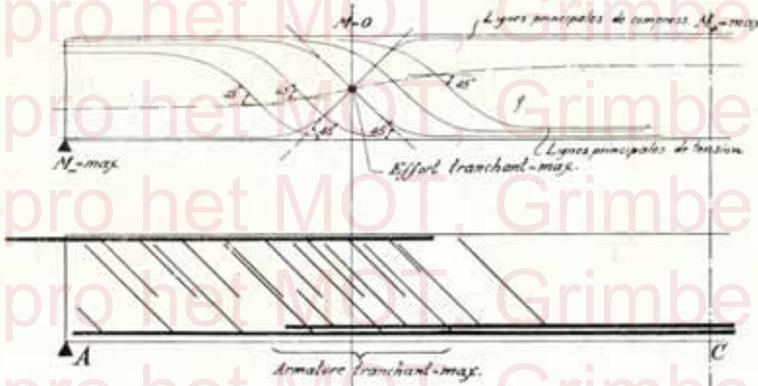


FIG. 5. — Poutre continue.

ancrage. Ces liens verticaux de petits fers ronds ou plats détachés constituent même un danger, car ils ont la tendance de couper le Béton près de l'axe neutre en cas de glissement et ils exigent, lors de l'exécution, une exactitude et des soins qu'il est très difficile d'obtenir des ouvriers. Certains constructeurs, dans le but de surmonter cette difficulté, courbent quelques-unes des barres principales vers le haut, mais en agissant ainsi, n'ont-ils pas aussi introduit un élément d'incertitude, obligés qu'ils sont de laisser à l'ouvrier le soin de plier ces barres aussi rapprochant du plan qu'il le pourra, et n'y aura-t-il pas

un danger d'écrasement du béton contre ces quelques barres, près de l'axe neutre ? On peut répondre affirmativement.

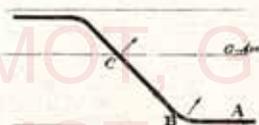


FIG. 6.

Enfin, pour établir quelle est la meilleure armature du fer « KAHN » ou de tout autre système avec fers ronds (ou avec des barres à saillies) qu'il soit constitué avec des étriers détachés



FIG. 7.

placés verticalement ou en inclinaison, autour du fer principal, ou avec des barres principales pliées vers le haut, on a procédé à de nombreux essais comparatifs dont nous allons relater deux séries des plus récentes.

Mais avant, qu'il nous soit permis de donner quelques indications complémentaires concernant la définition du fer « KAHN » :

il consiste en une barre carrée munie d'ailes latérales, celles-ci sont vers le bout de la barre, partiellement cisailées et repliées en angle de 45° formant ainsi des étriers rigidement tenus comme le montre la figure 7.

De cette façon, on a des membres diagonaux présentant un arrêt positif contre tout glissement soit de la barre principale dans le béton, soit du béton sur lui-même à l'axe neutre, sans devoir recourir à des barres additionnelles, et sans devoir dépenser une main-d'œuvre pour leur mise en place.

Comme ces étriers sont faits d'avance mécaniquement, à la longueur désirée, qu'ils sont espacés alternativement l'un de l'autre et qu'ils s'avancent jusqu'à la surface du béton, ils ont la propriété d'entrelier effectivement toutes les parties de la poutre.

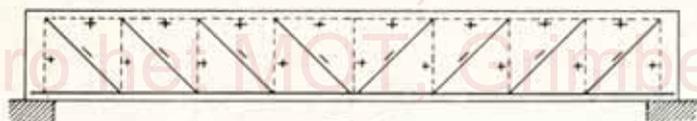


FIG. 8.

Dans des essais faits à l'Université de Wisconsin E. U. d'A. les poutres comparatives étaient en tous points identiques, ne différant les unes des autres que par le genre de leur armature.

Les poutres 2, 4, 5, 9, 8 et 11 étaient armées des fers « KAHN », les autres de fers carrés et d'étriers, verticaux ou inclinés, placés autour du fer principal.

La section du fer principal et celle des étriers était la même dans les deux cas.

Pour les armatures on obtenait :

Limite d'élasticité : 27,9 Kg/cm².

» de rupture : 47,4 »

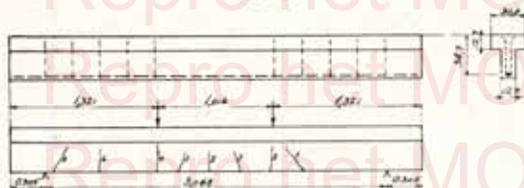
Les résultats furent donc :

En employant le fer « KAHN » toutes les poutres portèrent en moyenne	33 1/2 %	} de plus que les poutres avec des fers carrés et des étriers non attachés
En employant le fer « KAHN », toutes les poutres avec étriers inclinés portèrent	40 1/2 %	

Poutres à fers carrés

Essais de l'Université de Wisconsin

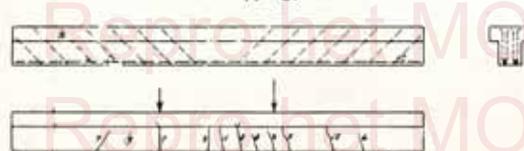
N° 1.



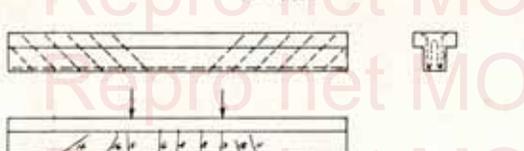
N° 3.



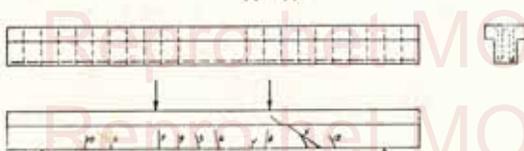
N° 6.



N° 10.



N° 7.



N° 12.



Poutres à fer Kahn

Essais de l'Université de Wisconsin

N° 2.



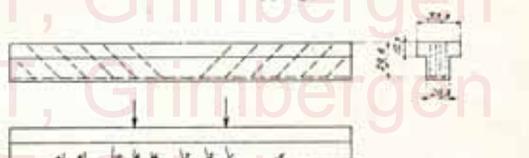
N° 4.



N° 5.



N° 9.



N° 8.



N° 11.



La fatigue du fer à la rupture des poutres avec fer « KAHN » fut en moyenne de	80 %	} de la résistance ultérieure du fer.
La fatigue du fer à la rupture de la poutre avec fer « KAHN » avec étriers inclinés fut de	85 %	
La fatigue du fer à la rupture de la poutre avec fer carré avec étriers non-attachés fut de	59 %	
Enfin, le fer « KAHN » avec étriers inclinés porte	19 %	} de plus que le fer Kahn avec étriers verticaux.

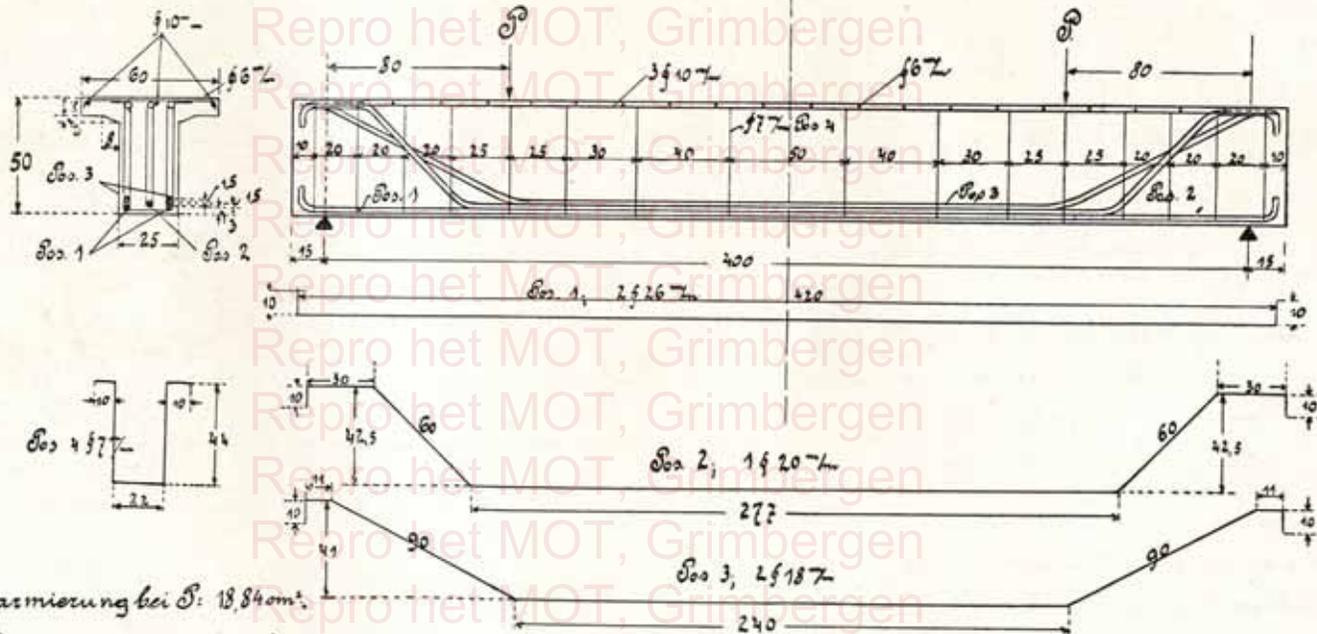
Remarque. — Le fer « KAHN », avec des étriers inclinés correspond à la pratique rationnelle, tandis que les étriers non-attachés se posent verticalement. Les poutres avec fers « KAHN » se cassèrent au milieu, montrant que la limite de résistance du fer fut atteint. Les poutres avec étriers non-attachés se cassèrent très près des appuis brusquement, sans avertissement d'avance à cause du glissement du fer et des forces tranchantes.

Les figures à la page 10 montrent pour chaque cas la disposition de l'armature et un croquis de la poutre après sa rupture donnant la distribution des fissures et l'ordre dans lequel ces dernières apparaissaient.

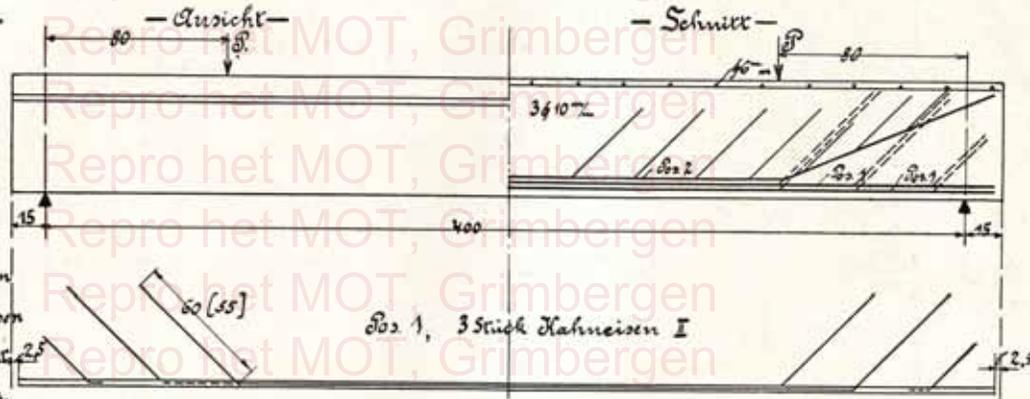
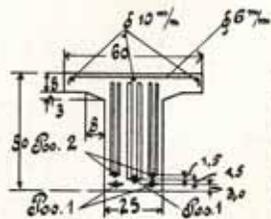
Essais à l'École polytechnique de Dresde, Saxe.

Avant de procéder aux essais que nous venons de signaler, les fers ronds et les fers « KAHN » furent soumis les uns comme les autres à des épreuves concernant leur résistance, allongement, etc.

Pour les barres « KAHN », non seulement la section pleine, mais aussi la section nette (section carrée sans les ailettes) et les étriers, furent examinés séparément afin de s'assurer si la forme spéciale et le cisailage n'avaient pas eu d'action sur les qualités du fer. Il fut constaté que la section pleine avait les mêmes limites d'élasticité et de rupture et le même allongement que la section nette; que pour l'étrier (la partie de l'ailette détachée) ces deux limites étaient un peu plus élevées et que par conséquent son allongement avait un peu diminué, par suite du laminage et de la forme spéciale. Le cisailage lui-même ne comptait pour rien dans cette différence. Les chiffres moyens étaient :

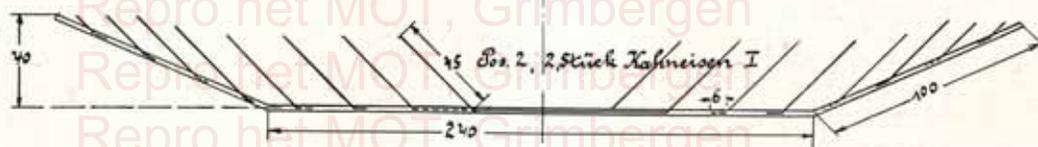


Zugarmierung bei σ : 18,84 cm^2
 Schraubarmierung in der Stütze
 Fliesenauflager: 12,08 cm^2



Dem: Bei Balken Boz. 3 u. 6 waren die Enden der aufgebogenen Bügel von Boz. 2 1 cm aufgeschliffen und rechtwinklig umgelogen.

Zugarmierung bei $S. 18, 4 \text{ cm}^2$
 Stahlarmerung in der Strecke $S. 18$ zum Auflager $S. 4 \text{ cm}^2$



	Fer rond		Fer « KAHN »
Limite d'élasticité . . .	$\frac{2800 \text{ kg/cm}^2}{4150}$	= 0,676;	$\frac{3400 \text{ kg/cm}^2}{5100}$
Limite de rupture . . .			
Allongement en 20 cm.	30 ‰		27,50 ‰

Il fut ainsi constaté que, malgré que le fer « KAHN » fût environ 24 p. c. plus résistant que le fer rond, il avait presque le même allongement et la même relation entre les deux limites, chose très importante et par laquelle il dépasse tous autres armements de forme spéciale, car les déformations qu'ils subissent ont une tendance à rapprocher la limite d'élasticité de la limite de rupture dans un degré défavorable.

Il est plus probable que si le fer rond avait eu la même résistance ultérieure que le fer « KAHN », on n'aurait nulle part constaté de différence entre les deux armatures.

Les résultats et les dessins (pages 12 et 13) de l'arrangement général adopté que nous extrayons du procès-verbal, dressé par le laboratoire d'essai de l'Ecole Polytechnique de Saxe, à Dresde, renseigneront le lecteur sur la marche des essais :

Nos de la poutre à essayer	1	2	3	4	5	6
Types d'armatures	Ronds	Fer Kahn	F. K. Bouts des étriers fendus	Ronds	Fer Kahn	F. K. Bouts des étriers fendus
Aire de l'armature en tension directe à P. en cm ²	18,84	18,48	18,48	18,84	18,48	18,48
Armement contre l'effort tranchant depuis P. jusqu'au support en cm ² .	12,08	8,41	8,41	12,08	8,41	8,41
Charge au moment de l'apparition des premières fissures en kg.	18040	15740	11520	10460	15740	19950
Charge de rupture en kg.	39000	55820	43680	44200	58200	65900

La forme des poutres, la composition du béton, l'âge, les conditions pendant la prise et le mode de chargement ont été exactement identiques pour les deux catégories d'essais.

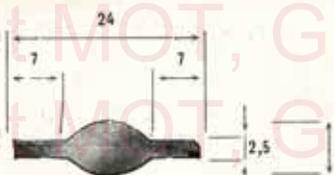
Il nous semble important d'attirer l'attention sur ce fait qui fut tout à l'avantage du fer « KAHN » que, malgré que l'armement des fers ronds contre les forces tranchantes était environ 50 p. c. plus fort que celui du fer « KAHN », les poutres de ce dernier supportèrent en moyenne 35 p. c. de plus que les autres en montrant des fissures bien distribuées tout le long de la poutre. Il est aussi à remarquer que les poutres étaient âgées de 42 jours, mais que pour des poutres plus jeunes, la différence en faveur du fer « KAHN » aurait été plus élevée encore.

Ces deux essais démontrent la supériorité du fer « KAHN » sur les deux méthodes d'armement actuellement les plus employées et si sa supériorité comme armement proprement dit est indiscutable, le fer « KAHN » jouera son plus grand rôle au cours de l'exécution des travaux. Etant une armature d'une seule pièce, préparée d'avance mécaniquement, selon les données du constructeur, d'un matériel garanti et d'une pose facile, il supprime la possibilité des erreurs de main-d'œuvre et réduit considérablement le temps d'exécution, deux points essentiellement importants pour l'entrepreneur.

Les barres « KAHN » sont fabriquées en 5 profils différents et chacun de ceux-ci peut être fourni avec étriers de 15, 30, 45, 60, 75 ou 90 cm. de long selon la demande. Chaque barre peut être cisailée d'après quatre méthodes : « Normal », « Centre », « Spécial », « Un Côté ».

Il est à remarquer que le fer « KAHN » est fourni en longueurs fixes et avec étriers tout cisailés d'avance par nos usines.

Dans son emploi, il n'y a pas de déchets à compter, et il n'y a pas non plus des frais élevés de posage ou de préparation.

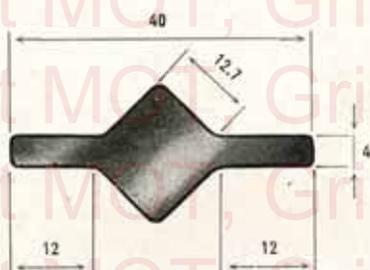


Profil O

Section non cisailée : 0,903 cm².

de l'étrier : 0,175 cm².

Poids de la barre par mètre courant : 0,71 kg.

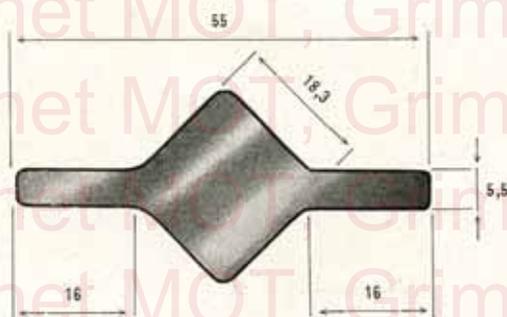


Profil I

Section non cisailée : 2,55 cm².

de l'étrier : 0,48 cm².

Poids de la barre par mètre courant : 2 kg.

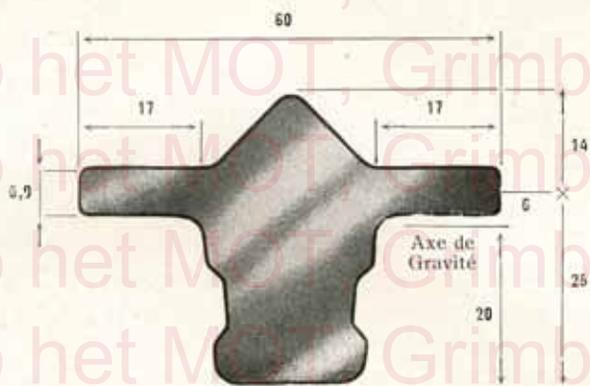


Profil II

Section non cisailée : 5,10 cm².

de l'étrier : 0,88 cm².

Poids de la barre par mètre courant : 4 kg.

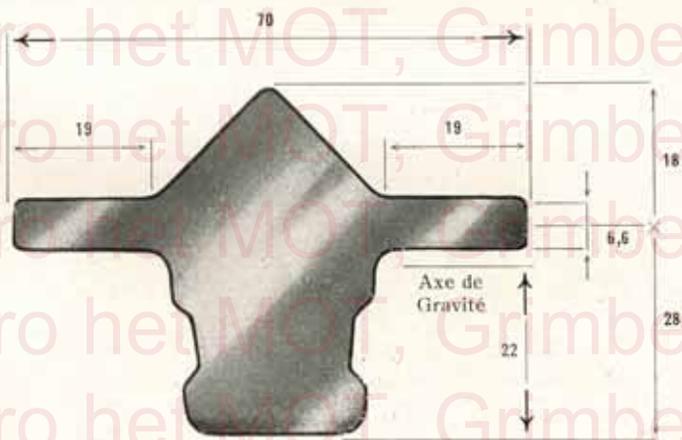


Profil III

Section non cisailée : $9,55 \text{ cm}^2$.

de l'étrier : $1,02 \text{ cm}^2$.

Poids de la barre par mètre courant : $7,5 \text{ kg}$.



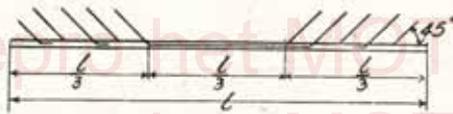
Profil IV

Section non cisailée : $12,75 \text{ cm}^2$.

de l'étrier : $1,23 \text{ cm}^2$.

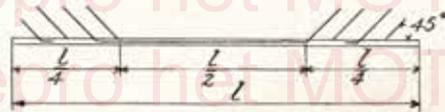
Poids de la barre par mètre courant : 10 kg .

Le cisailage se fait d'après les diverses méthodes qui suivent :



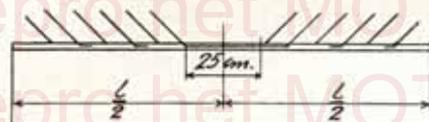
Normal 1/3

Barre employée comme membre principal de tension dans des poutres continues.



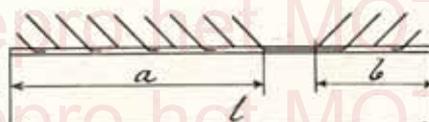
Normal 1/4

Barre employée comme membre principal de tension dans des poutres reposant sur deux appuis.



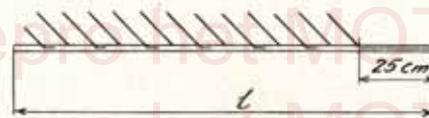
Centre

Barre employée comme membre tensif au-dessus des colonnes, etc. au cas des portées égales des poutres encastrees.



Spécial

Barre employée comme la « Centre » (figure précédente) les portées étant différentes.



Un côté

Barre employée pour des colonnes, arcs, poutres encastrees à une extrémité, etc.

Il s'en suit donc qu'en commandant le fer « KAHN » il faut indiquer clairement dans la spécification le numéro de son profil, sa longueur, la méthode de cisailage et la longueur des étriers, d'après le bulletin de commande dont un modèle est reproduit ci-dessous :

Bulletin de commande pour le Fer « KAHN »

Nombre	Profil	Longueur de la barre en mètres	Longueur des étriers en c/m	Méthode de cisailage	Marque	Remarques

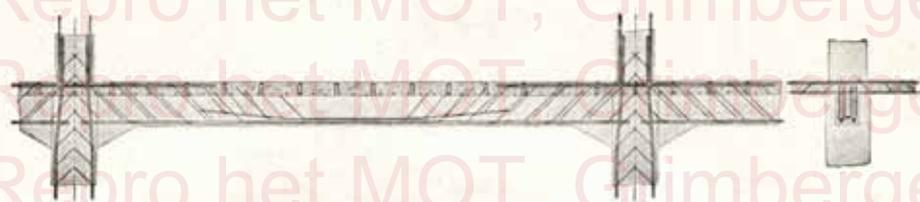


FIG. 9. — Hourdis massif sur poutres et colonnes, système Kahn.



FIG. 10. — Hourdis massif avec métal déployé et poutres Kahn.

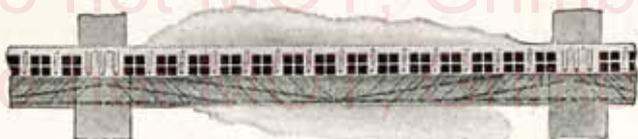


FIG. 11. — Plancher avec briques creuses, nervures et poutres, système Kahn.

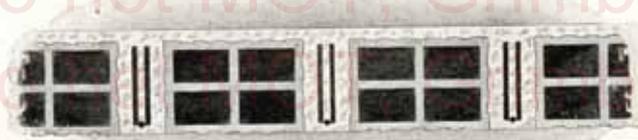


FIG. 12. — Briques creuses ordinaires avec nervures, Système Kahn.



FIG. 13. — Briques creuses « Tesco » avec flanges latérales faisant nervures fermées



FIG. 14. — Plancher à corps creux en bambou, systèmes Schleunig-Kahn



FIG. 15. — Plancher creux avec pierres en béton, système Kahn, très fort isolateur.

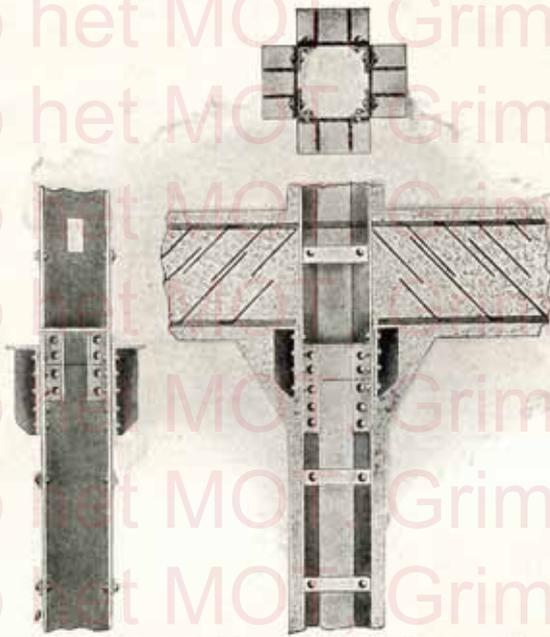


Fig. 16. — Poutres Kahn sur colonne en fer.

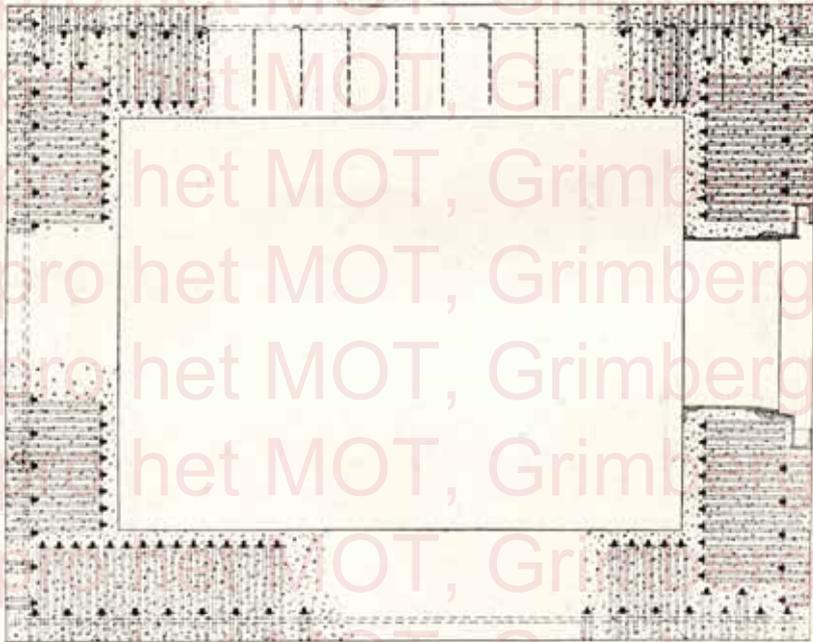


Fig. 17. — Coffre-fort système Kahn. — Type 1.

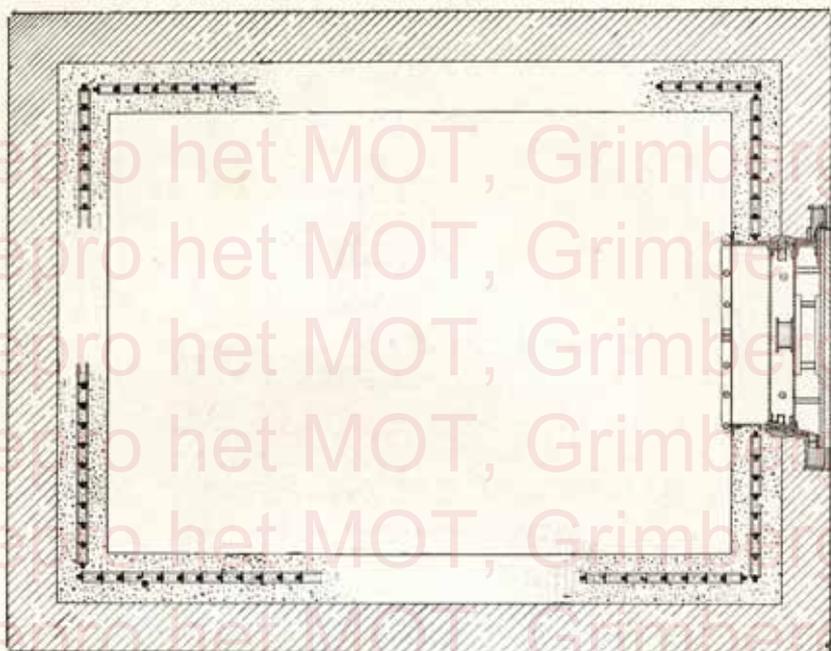


FIG. 18. — Plan de coffre-fort — armature simple — Système Kahn
pour personnes privées. — Type 2.

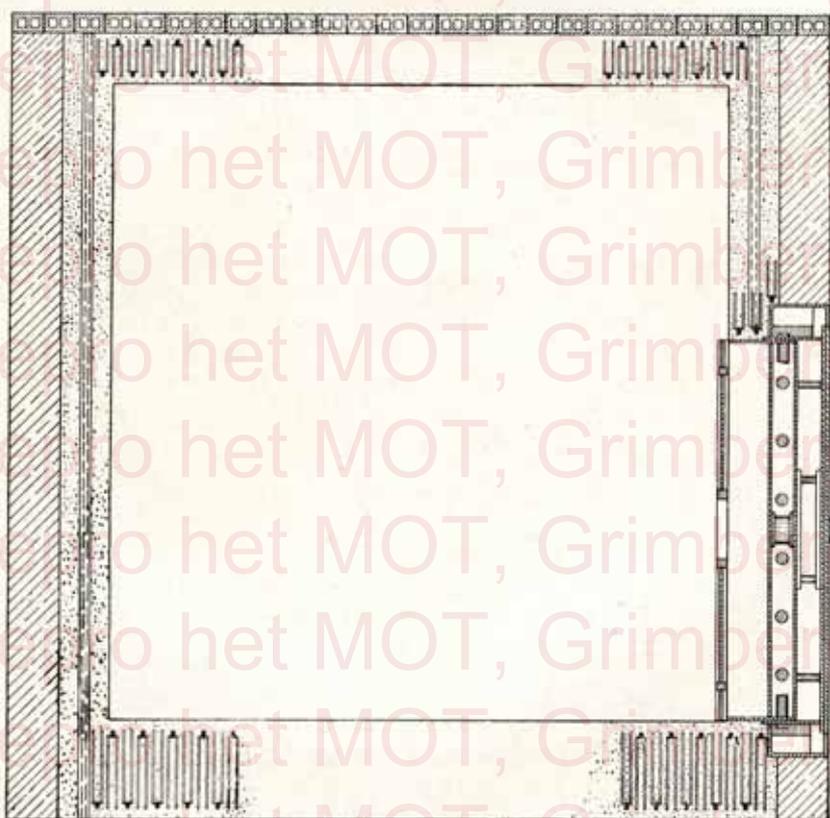


FIG. 19. — Elévation du coffre-fort — armature simple — Système Kahn.

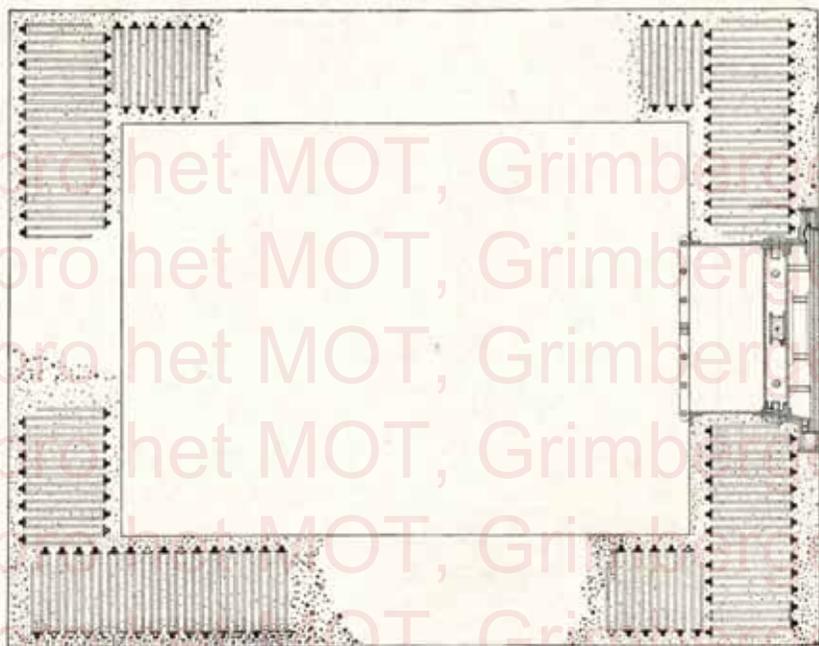


FIG. 20. — Plan du coffre-fort — armature double — Système Kahn — pour banques et grandes maisons de commerce. — Type 3.

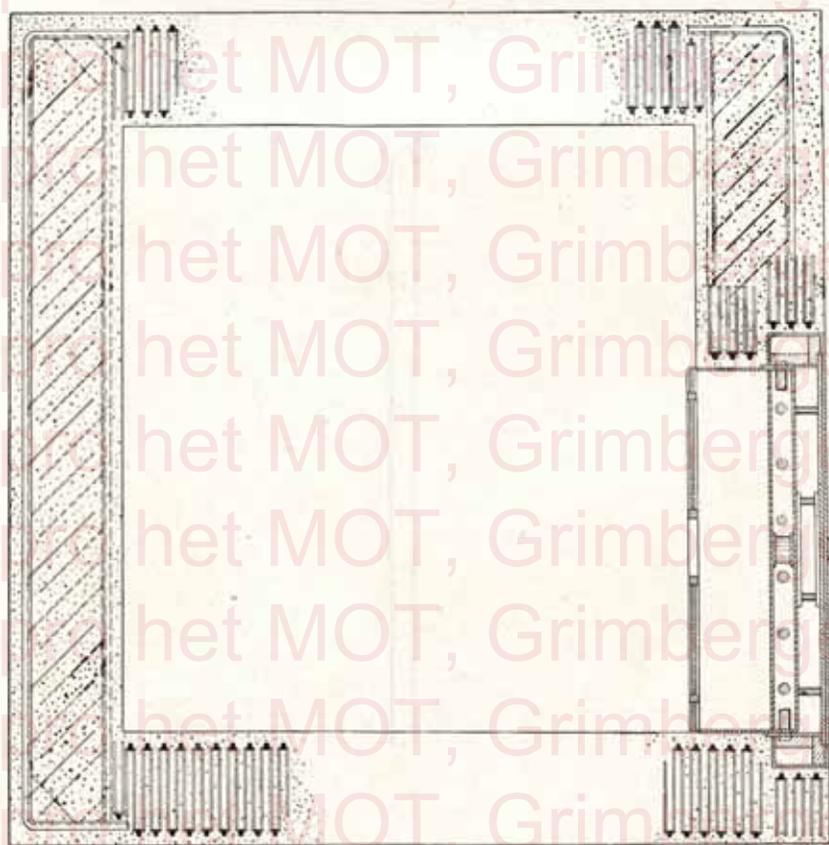


FIG. 21. — Elévation du coffre-fort — armature double — Système Kahn.



FIG. 22. — Construction d'un plancher creux, à Stockholm.

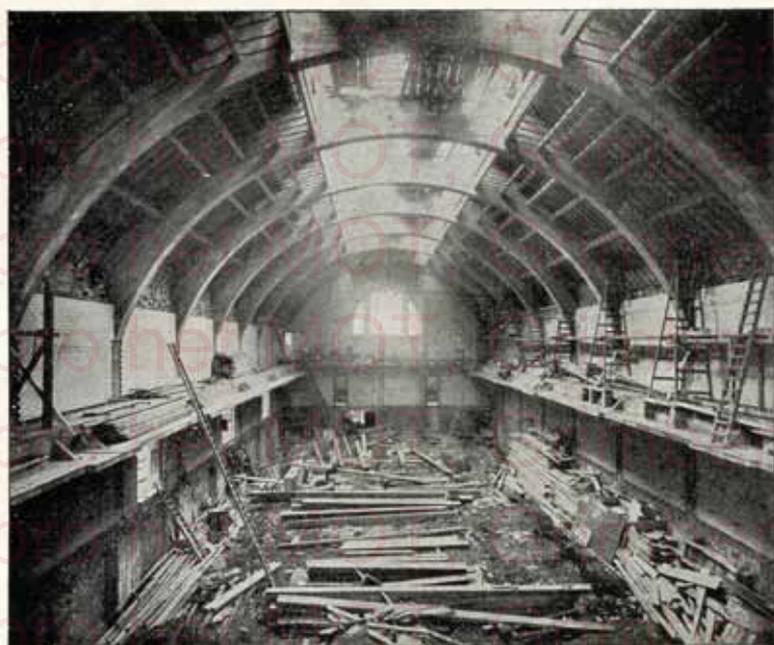


FIG. 23. — Construction d'une toiture arquée, à Londres.



FIG. 24. — Maison de commerce à Stockholm (Suède), bâtie au milieu d'un hiver rigoureux, $7,000 \text{ m}^2$ de planchers en 70 jours. Il y a des portées jusqu'à 13,3 m. à grande surcharge.



FIG. 25. — Fabrique en béton armé, 2000 kg/m^2 surcharge construite en 60 jours, $25 \times 250 \text{ m}$. de longueur.



FIG. 26. — Après un incendie. — A droite une partie en béton armé, à gauche une partie en charpente (voûtelettes en béton entre poutrelles). La dernière fut tout à fait détruite, la première passa le feu sans dommages importants.



FIG. 27. — Toiture Shed portée par poutres Kahn de 21 m. portée, Usine à Buffalo E. U. d'A.



FIG. 28. — Pont à Lake Park, Chicago U. E. d'Amérique.



FIG. 29. — Hôtel en béton armé — type de plage — en Californie.



FIG. 30. — Hôtel de Marlborough-Blenheim à Atlantic City, E. U. A.
complètement en béton armé — Système Kahn — et briques creuses.



FIG. 31. — Ecole supérieure de filles, à Berlin.

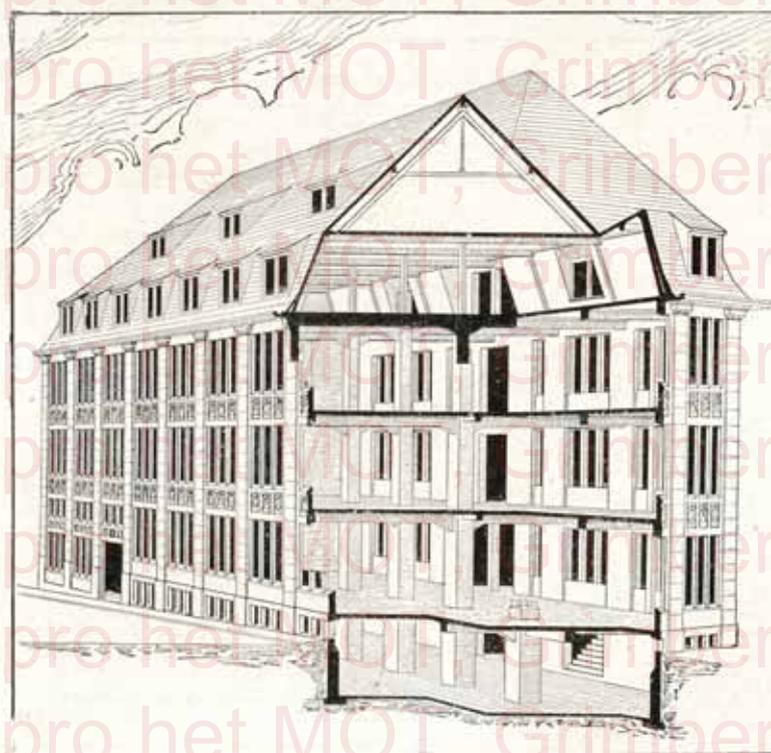


FIG. 32. — Etablissement industriel, à Göttingue, Allemagne.

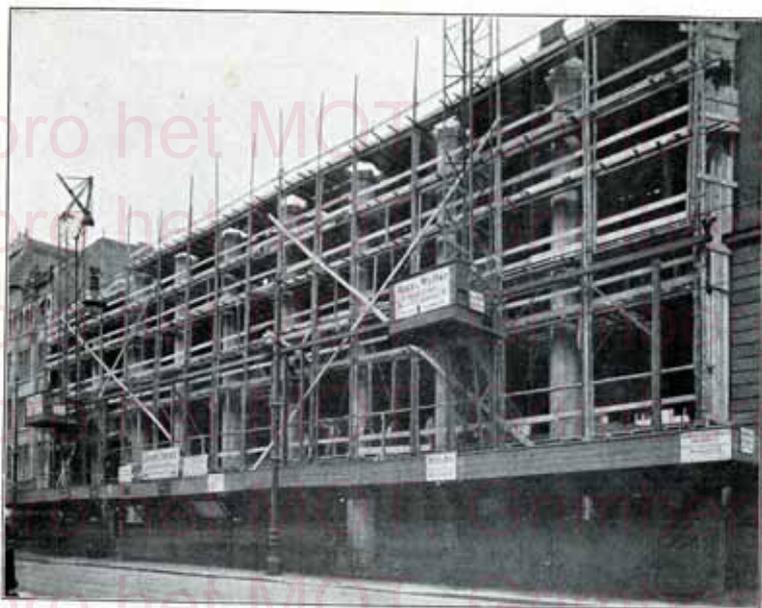


Fig. 33. — Agrandissement des magasins Wertheim, à Berlin, lesquels sont les plus vastes établissements du monde vendant au détail tous les articles généralement quelconques.



Fig. 34. — Maison particulière, à Westphalie, Planchers creux, système Kahn.



Fig. 35. — Etablissement des bureaux et de fabrique, à Chemnitz (Saxe).



Fig. 36. — Pavillons d'hôpital de la ville d'Essen, en béton armé, système Kahn.



FIG. 37. — Château d'eau à Berlin, 80 m. de haut, capacité 1000 m³, portées 12,0 m. en béton armé, système Kahn.



FIG. 38. — Remise de Wagonnets et cartouchiers, camp de Custrin près de Berlin, complètement en béton armé, système Kahn.



FIG. 39. — Le Viaduc de Richmond, Virginie, Etats-Unis d'Amérique tout en béton armé — Système Kahn.

Repro het MOT, Grimbergen

Tous droits réservés

Repro het MOT, Grimbergen

Repro het MOT, Grimbergen