

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 28 (1902)  
**Heft:** 23

## **Sonstiges**

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 14.03.2025

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

La détermination des réactions  $V$  et  $H$  relatives aux travées centrales s'effectue comme pour l'arc du premier type.

Nous nous bornerons donc à envisager l'une des travées extrêmes de l'arc.

Considérons la travée  $AB$  et supposons qu'il agisse sur l'extrémité  $A$  de cette dernière, par l'intermédiaire de la travée adjacente, une force  $R$ .

L'appui étant à rouleaux, la réaction  $V$  sera située sur la perpendiculaire  $bAb$  au plan de déplacement du chariot.

Quant à la réaction  $H$  de la travée, elle passera par l'articulation  $B$ .

Donc :

*Toute force  $R$  agissant sur l'extrémité  $A$  de la travée extrême  $AB$  est équilibrée par deux réactions : celle de l'appui, située sur la perpendiculaire  $bAb$  au plan de déplacement du chariot, et celle de la travée passant par l'articulation  $B$ .*

**Troisième type** (fig. 15).

Considérons une travée  $AA'$  d'un arc continu du troisième type et supposons qu'il agisse sur l'extrémité  $A$  de cette dernière, par l'intermédiaire de la travée adjacente, une force  $R$ .

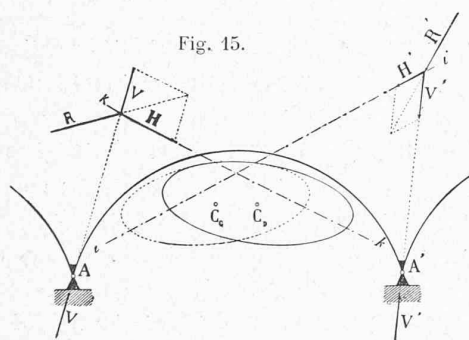


Fig. 15.

Désignons par  $C_b$  l'ellipse de droite de la travée  $AA'$ ; cette ellipse coïncide avec l'ellipse d'élasticité du point  $A$  supposé libre (l'appui et le tronçon d'arc situés à sa gauche étant supprimés).

L'appui en  $A$  étant muni d'une articulation, la réaction  $V$  de ce dernier passera par le point  $A$ .

L'extrémité  $A$  de la travée ne pouvant subir aucun déplacement, grâce à la fixité de l'appui, le centre de rotation relatif à la réaction  $H$  coïncide avec le point  $A$  lui-même; en d'autres termes, la réaction  $H$  est située sur l'antipolaire de  $A$  par rapport à l'ellipse  $C_b$ .

Donc :

*Toute force  $R$  agissant sur l'extrémité  $A$  de la travée  $AA'$  est équilibrée par deux réactions : celle de l'appui, passant par le point  $A$  et celle de la travée située sur l'antipolaire  $kk$  du point  $A$  par rapport à l'ellipse de droite de la travée considérée.*

On démontrerait de même que :

*Toute force  $R'$  agissant sur l'extrémité  $A'$  de la travée  $AA'$  est équilibrée par deux réactions : celle de l'appui, passant par le point  $A'$  et celle de la travée située sur l'antipolaire  $ii$  du point  $A'$  par rapport à l'ellipse de gauche de la travée considérée.*

(A suivre.)

## Divers.

### Règlements de la police des constructions pour l'exécution de travaux en béton armé. (Système Hennebique, etc.).

Comme suite au « Rapport sur les constructions en béton armé et sur les constructions de planchers, présenté au Directeur du Département des Travaux de Bâle-Ville<sup>1</sup> », nous publions ci-dessous les règlements de la police des constructions de quelques villes, coordonnés par le Département des Travaux du canton de Bâle-Ville, règlements qui servent de base à l'étude que la Société suisse des Ingénieurs et des Architectes fait actuellement de cette question.

**Dresde.**

*Conditions pour l'application du système Hennebique aux constructions.*

1. Pour toute exécution de construction d'après le système Hennebique, les calculs statiques exacts et les plans nécessaires devront être soumis en double et suffisamment avant le commencement des travaux, à notre approbation, qui reste réservée dans chaque cas particulier.

2. Les coefficients de travail admissibles des matériaux à prendre comme base des calculs statiques sont les suivants :

Pour le béton  $\sigma_b = 25$  kg. par  $\text{cm}^2$  à la compression, pour le fer  $\sigma_e = 875$  kg. par  $\text{cm}^2$  à la tension et à la compression et pour le fer également  $\sigma_x = 700$  kg. par  $\text{cm}^2$  au cisaillement.

3. Pour le calcul d'une dalle de 1 m. de largeur on posera :

$$H = \sqrt{\frac{3 \cdot M}{200 \sigma_b}}$$

A part cela, les formules indiquées par Hennebique peuvent être employées.

4. Afin de prévenir un flambage possible des colonnes Hennebique, la construction de ces dernières doit être suffisamment robuste pour que toute tension nuisible soit absolument évitée. Ces colonnes sont donc à calculer, non seulement à la compression seule, mais aussi au flambage. Dans ce but, on emploiera l'égalité  $J = 60 \cdot P \cdot l^2$  pour une charge axiale et  $J = 100 \cdot P \cdot l^2$  pour une charge légèrement excentrique.

Dans ces égalités,  $J$  exprimé en  $\text{cm}^4$ , désigne le moment d'inertie minimum de la section pleine de la colonne,  $P$  la charge en tonnes de 1000 kg. et  $l$  la longueur libre en mètres. Si l'excentricité du point d'application de la charge est relativement grande, la stabilité de la colonne devra être vérifiée d'après les règles du calcul de résistance des matériaux. (Compression excentrique).

5. Le béton des dalles doit être composé d'une partie de ciment pour quatre parties de sable à arêtes vives et exempt de matières argileuses.

6. Pour le calcul du poids propre des constructions Hennebique, on admettra 2500 kg. par  $\text{m}^3$  de béton (y compris les armatures).

7. Les barres de fer rond seront mises en place conformément aux calculs statiques. En particulier, la répartition des barres ainsi que leur distance de la face inférieure des poutres et des dalles doivent être conservées telles qu'elles sont données dans les calculs.

8. Le coffrage et les appuis des planchers ne doivent être enlevés qu'après durcissement du béton et en aucun cas avant trois semaines après achèvement de l'ouvrage. Les appuis des poutres seront laissés en place une semaine de plus. Le coffrage des colonnes ne doit être enlevé que six semaines après achèvement du béton.

9. Les planchers ne pourront être utilisés d'une façon définitive que trois mois après leur achèvement.

10. La portée libre des constructions de planchers ne doit pas dépasser  $4\text{m},50$ .

**Dusseldorf.**

*Règlements de la police des constructions pour l'exécution de travaux en béton.*

L'exécution en béton de constructions ou de parties de constructions doit être soumise à l'approbation spéciale de l'administration de police. Cette exécution doit être annoncée à temps ;

<sup>1</sup> Voir N° du 5 octobre 1902, page 256.

il suffit pour cela de mentionner les travaux prévus en béton dans les demandes d'autorisation de bâtir qui doivent, en règle générale, être présentées pour toutes les constructions. Le dosage du béton devra être exactement indiqué dans cette requête et l'entrepreneur qui exécutera le béton y sera également désigné.

Les assises de fondations peuvent être exécutées en béton de ciment sans autorisation spéciale.

L'autorisation de la police des constructions pour les travaux en béton sera accordée aux conditions suivantes :

1. Le béton ne doit, en aucun point de la construction, être soumis à un travail dépassant le  $\frac{1}{10}$  de sa résistance à la rupture déterminée comme suit :

2. La résistance à la rupture du béton doit être certifiée par des essais exécutés, soit au laboratoire royal mécanique et technique de Charlottenburg, soit dans un autre laboratoire d'Etat.

3. Dans la règle, on doit prendre sur le chantier des éprouvettes du béton prêt à être employé. Ces éprouvettes auront la forme de cubes et seront damées dans des moules en bois étiquetés de façon à éviter toute confusion. Ces moules seront toujours à disposition sur le chantier en nombre suffisant.

Sur la demande du surveillant délégué par l'autorité, ces éprouvettes sont confectionnées de suite en sa présence. Les moules sont alors mis sous scellés par le surveillant délégué et doivent être conservés dans un endroit où les éprouvettes soient à l'abri de tout dommage et où la prise du béton se fasse normalement. Après durcissement suffisant du béton, on enverra les éprouvettes au laboratoire d'essai. On doit aviser le surveillant délégué de cet envoi afin qu'il lève les scellés et qu'il timbre les éprouvettes. Dans la règle, l'envoi des éprouvettes doit s'effectuer de façon à ce que l'essai puisse avoir lieu après un durcissement de 28 jours.

En général, on prendra des éprouvettes deux fois à des époques différentes pour des bâtiments de grandeur ordinaire et pour des bâtiments plus considérables, la fréquence des essais se mesurera à l'étendue du travail.

4. Les résultats officiels des essais seront communiqués sans retard à la police des constructions. On déduira de ces essais la résistance moyenne du béton à la rupture et cette valeur sera prise comme résistance à la rupture dans le sens du paragraphe 1<sup>er</sup>. La dixième partie de cette résistance est à adopter comme coefficient de travail admissible du béton qui ne devra être dépassé en aucun point de la construction.

5. Avant que la détermination du travail admissible du béton ait eu lieu, les constructions qui ont à supporter des charges concentrées ne doivent être élevées que jusqu'au plancher sur caves, dans les autres cas jusqu'au plancher sur rez-de-chaussée. Ce n'est qu'exceptionnellement et suivant les cas, que l'on pourra élever la construction jusqu'au plancher du 1<sup>er</sup> étage sans connaître les résultats des essais préalables.

6. L'entrepreneur qui demande l'autorisation de bâtir supporte tous les frais occasionnés par les essais de résistance.

Il est de l'intérêt de l'entrepreneur et du propriétaire de veiller à la confection d'un bon béton, car, si les résultats des essais sont mauvais, il peut s'ensuivre de gros frais occasionnés soit par des retards d'exécution considérables, soit par des exigences spéciales de la police des constructions.

Dressé par la police des constructions.

WEIGELT, Stadtbaurat.

Conformément au § 20 du décret de la police des constructions, du 25 avril 1896, les règlements ci-dessus sont portés à la connaissance du public par le présent arrêté.

Dusseldorf, le 9 février 1901.

L'administration de police.

Pour le 1<sup>er</sup> Bürgermeister,

Dr WÜLFING.

#### Règlement de police pour l'exécution de travaux d'après le système Hennebique.

Pour exécuter des travaux d'après le système Hennebique, on doit avoir l'autorisation spéciale de la police des constructions.

Il faut joindre à la demande d'autorisation des dessins et des calculs statiques desquels ressortent aussi bien la disposition générale que toutes les particularités importantes de la construction Hennebique. On doit fournir également des données exactes sur la provenance, les propriétés et la composition des matériaux à employer. La requête et les dessins doivent être signés par le propriétaire et par l'entrepreneur qui exécute les travaux en système Hennebique.

L'autorisation de la police des constructions d'exécuter des travaux Hennebique sera en général accordée aux conditions suivantes :

1. L'exécution des travaux Hennebique sera confiée à des ouvriers expérimentés sous la conduite et le contrôle permanent d'un contremaître de confiance qui puisse prouver sa connaissance parfaite des constructions Hennebique par des certificats dignes de foi.

2. Pour le béton, on ne doit employer que du ciment reconnu comme bon, ainsi que du sable et gravier à arêtes vives. Le rapport du mélange sera choisi de façon à ce que la résistance du béton à l'écrasement soit de 150 kg. au moins par  $\text{cm}^2$  après un durcissement de 28 jours. La preuve de la résistance du béton sera faite d'après les « Règlements de la police des constructions pour l'exécution de travaux en béton du 9 février 1901 » en vigueur chez nous.

Le travail admissible du béton à la compression peut, si la condition précédente est remplie et eu égard à l'accroissement de sa résistance pendant le courant de l'année, être admis à 30 kg. par  $\text{cm}^2$ . Sa résistance à la tension, c'est-à-dire le travail auquel on doit admettre que le béton se rompt, peut être admise à 40 kg. par  $\text{cm}^2$ . La résistance du béton à la traction a été admise assez haut en tenant compte des résultats des expériences faites jusqu'à présent et qui ont montré que la liaison du fer et du béton exerce une heureuse influence sur la résistance à la traction de ce dernier.

On pourra permettre un travail de compression plus élevé si l'on prouve que le béton possède, après un durcissement de 28 jours, une résistance à la rupture par compression de plus de 150 kg. par  $\text{cm}^2$ . Dans ce cas, la résistance du béton devra, sans préjudice des essais subséquents, être déterminée d'après les prescriptions ci-dessus avant que l'autorisation de bâtir ait été accordée; la police des constructions se réserve alors de fixer le coefficient de travail admissible du béton.

3. On emploiera pour les armatures du fer coulé (Flusseisen) de première qualité et exempt de rouille. Afin de ne pas être obligé de compter exclusivement sur l'adhérence du fer au béton, toutes les barres soumises à la tension seront terminées à leurs extrémités libres par des crochets ou des épaulements. Les barres rondes de colonnes superposées doivent passer de l'une à l'autre de ces colonnes sans interruption, à défaut de quoi les joints devront être couverts d'une manière rationnelle.

La transmission de la charge des colonnes à une autre matière constructive se fera à l'aide de plaques de fer intercalées entre la colonne et la matière sous-jacente. Les barres des colonnes viendront s'appuyer autant que possible directement sur la plaque de fer.

Le coefficient de travail admissible des armatures ne devra pas dépasser 875 kg. par  $\text{cm}^2$  à la tension ou à la compression et 700 kg. par  $\text{cm}^2$  au cisaillement. Pour le fer rond on pourra, grâce à ses bonnes qualités de résistance, aller jusqu'à 1000 et 800 kg. par  $\text{cm}^2$ .

4. Le poids propre des constructions Hennebique sera admis à 2500 kg. par  $\text{m}^3$ .

5. Pour les calculs statiques, on admettra en général les bases suivantes :

I<sup>o</sup> Le travail à la tension ou à la compression des armatures de fer devra être proportionné au rapport des modules d'élasticité du fer et du béton. Comme le module d'élasticité d'un béton possédant les propriétés ci-dessus et soumis à un travail de compression de 30 kg. par  $\text{cm}^2$  peut être admis à 200,000 kg. par  $\text{cm}^2$  et que celui du fer est de 2,000,000 kg. par  $\text{cm}^2$ , on admettra pour ce rapport, désigné par la lettre  $\alpha$ ,  $\alpha = \frac{1}{10}$ .

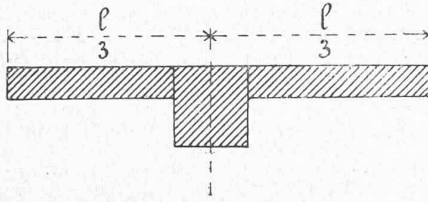
II<sup>o</sup> Dans la règle et lorsqu'on peut admettre un encastrement partiel des extrémités, le moment maximum peut être pris, soit pour les dalles, soit pour les poutres, égal à  $\frac{Pl}{10}$  ( $P =$  charge totale,  $l =$  portée de la poutre) pour une charge également répartie et, pour une charge concentrée, aux  $\frac{4}{5}$  du moment maximum qu'on obtiendrait pour l'appui libre. On peut, dans ces cas, admettre les sections dangereuses aux mêmes points de la portée que pour les dalles ou les poutres appuyant librement. Suivant les cas, on pourra toutefois exiger que le calcul soit fait d'après la théorie des poutres encastrees ou continues, soit exactement, soit seulement d'une manière approximative.

III<sup>o</sup> Si l'on ne prévoit pas de dispositions spéciales pour neutraliser les efforts de cisaillement, les armatures doivent être assez fortes pour supporter ces efforts en plus des efforts de tension qui leur sont assignés par le calcul.

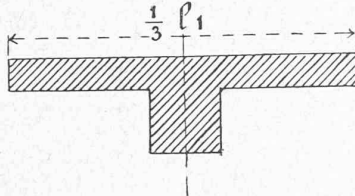
IV<sup>o</sup> Pour les poutres surmontées d'une dalle, on peut envisager une partie de la dalle (dans la règle pas plus du  $\frac{1}{3}$  de la portée de cette dernière) comme faisant partie de la poutre. On obtient dans ce cas une section T d'après la figure ci-contre :

Si les poutres du plancher sont portées par des sommiers, on peut aussi envisager une partie de la dalle comme appartenant à la section des sommiers. Dans la règle, on ne prendra cependant pas plus du  $\frac{1}{3}$  de la portée de la poutre secondaire.





On obtient dans ce cas pour le sommier la section suivante :  $l_1 =$  portée de la poutre secondaire.



Vo Pour le calcul au flambage des colonnes on adoptera la formule :  $J = 60 P l^2$  où  $J$  est le moment d'inertie minimum de la colonne exprimé en  $cm^4$ ,  $P$  sa charge en tonnes et  $l$  sa longueur en mètres. On admet pour ce calcul que la charge est parfaitement axiale.

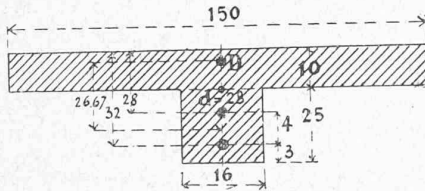
Pour une charge légèrement excentrique, il faut majorer la formule en proportion.

Pour une charge fortement excentrique, on doit calculer la colonne à la compression et flexion combinées.

Dans les cas qui s'y prêtent et si la colonne est en partie encastrée et chargée parfaitement dans l'axe, la longueur de flambage pourra être (suivant l'avis de la police des constructions) prise un peu plus faible que la longueur réelle de la colonne.

6. Le calcul des dalles, poutres et colonnes doit être fait d'après la méthode indiquée par les exemples suivants : (voir Notice sur le système de construction Hennebicque, par le professeur docteur W. Ritter, à Zurich, Schweizer. Bauzeitung, 1899, vol. XXXIII, Nos 5, 6 et 7 ; paru en tirage à part).

1er exemple.



Une poutre de la section ci-dessus et de  $3m,2$  de portée, doit supporter une charge de  $1800 \text{ kg. par } m^2$ . Sa section étant de  $0m^2,2$  environ, son poids propre sera de :  $0,2 \cdot 2500 = 500 \text{ kg. par } m$ . et sa charge totale par  $m$ . de :

$$1800 \cdot 1,5 + 500 = 3200 \text{ kg.}$$

le moment fléchissant est donc :

$$M = \frac{1}{10} 3200 \cdot 3,2^2 = 3276 \text{ m. kg.} = 327,600 \text{ cm. kg.}$$

La section d'une barre de fer :

$$\frac{1}{4} 3,14 \cdot 2,8^2 = 6,2 \text{ cm}^2.$$

En tenant compte du coefficient  $a = \frac{1}{10}$  donné sous chiffre 5 N° I, la section totale sera :

$$F = 16 \cdot 35 + 134 \cdot 10 + 10 \cdot 6,2 + 10 \cdot 6,2 = 560 + 1340 + 62 + 62 = 2024 \text{ cm}^2.$$

Moment statique de cette section par rapport à son arête supérieure :

$$S = 560 \cdot \frac{1}{2} \cdot 35 + 1340 \cdot \frac{1}{2} \cdot 10 + 62 \cdot 28 + 62 \cdot 32 = 9800 + 6700 + 1736 + 1984 = 20,220 \text{ cm}^3.$$

Moment d'inertie par rapport à la même arête supérieure :

$$J = 9800 \cdot \frac{2}{3} \cdot 35 + 6700 \cdot \frac{2}{3} \cdot 10 + 1736 \cdot 28 + 1984 \cdot 32 = 385,430 \text{ cm}^4.$$

Distance du centre de gravité à l'arête supérieure :

$$s = \frac{20220}{2024} = 10 \text{ cm.}$$

et moment d'inertie par rapport à l'axe passant par le centre de gravité :

$$J_s = 385,430 - 2024 \cdot 10,0^2 = 183,030 \text{ cm}^4.$$

On obtiendra donc :

Travail à la compression du béton :

$$\sigma_d = \frac{10,0 \cdot 327\,680}{183\,030} = \text{environ } 18 \text{ kg. par } cm^2.$$

Travail à la tension du béton :

$$\sigma_z = \frac{25,0 \cdot 327\,680}{183\,030} = \text{environ } 45 \text{ kg. par } cm^2.$$

Distance du centre des compressions au centre des tensions :

$$35 - \frac{1}{3} 10,0 - 5,0 = 26,67 \text{ cm.}$$

Tension totale supportée par le fer :

$$\tau = \frac{327\,680}{26,67} = 12\,286 \text{ kg.}$$

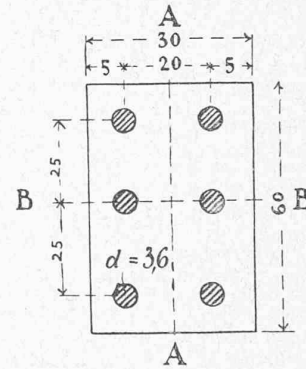
Travail à la tension du fer :

$$\sigma_e = \frac{12\,286}{2 \cdot 6,2} = 991 \text{ kg. par } cm^2.$$

Les efforts supportés par les matériaux se trouvent dans les limites permises, sauf la tension du béton qui est assez élevée pour que ce dernier coure le danger de se rompre. Il serait donc bon de renforcer la largeur de la nervure. Il est en tous cas à considérer que, si le béton se fend dans la zone tendue, il s'en suivra une augmentation de la compression de l'arête supérieure tandis que le travail de tension du fer sera légèrement diminué.

2e exemple.

Une colonne de section ci-contre et de  $7m,0$  de hauteur libre supporte une charge axiale de  $P = 65,000 \text{ kg.}$



$$\text{Section } F = 30 \cdot 60 + 10 \cdot 6 \cdot \pi \cdot 1,8^2 = 1800 + 614 = 2414 \text{ cm}^2.$$

Moment d'inertie par rapport à l'axe AA passant par le centre de gravité :

$$J = \frac{1}{12} 60 \cdot 30^3 + 614 \cdot 40^2 = 196,400 \text{ cm}^4.$$

Travail à la compression :

$$\sigma_d = \frac{65000}{2414} = 27 \text{ kg. par } cm^2.$$

Moment d'inertie minimum nécessaire :

$$J = 60 \cdot 65 \cdot 7^2 = 191,000 \text{ cm}^4.$$

3e exemple.

La même colonne est soumise à une charge excentrique  $P = 15,000 \text{ kg.}$ , perpendiculaire à l'axe BB, parallèle à l'axe de la colonne et agissant à  $20 \text{ cm.}$  du centre de gravité de la section.

Travail de compression maximum du béton :

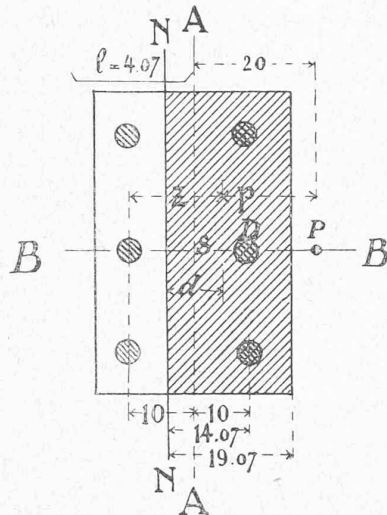
$$\sigma_d = \frac{15000}{2414} + \frac{15000 \cdot 20 \cdot 15}{196400} = 6,2 + 22,9 = 29,1 \text{ kg. par } cm^2.$$

Distance de la fibre neutre à l'axe passant par le centre de gravité :

$$e = \frac{196400}{2414 \cdot 20} = 4,07 \text{ cm.} \left( \frac{M}{W} = \frac{P}{F} \right)$$

Section comprimée (hachée sur la figure) :

$$F = 19,07 \cdot 60 + 3 \cdot 10 \cdot \pi \cdot 1,8^2 = 1144 + 306 = 1450 \text{ cm}^2.$$



Moment statique de cette section par rapport à l'axe neutre :

$$S = 4114 \cdot \frac{49,07}{2} + 306 \cdot 44,07 = 10,908 + 4305 = 15,213 \text{ cm}^3.$$

Moment d'inertie de la même section par rapport à l'axe neutre :

$$J = 40,908 \cdot \frac{2}{3} \cdot 49,07 + 4305 \cdot 44,07 = 138,677 + 60,571 = 199,248 \text{ cm}^4.$$

Distance du centre des compressions D à l'axe neutre :

$$d = \frac{199,248}{15,213} = 13,1 \text{ cm.}$$

Distance du centre des tensions des armatures à D :

$$z = 10 + 13,1 - 4,07 = 19 \text{ cm.}$$

Distance de la force P de D :

$$p = 24,07 - 13,1 = 11 \text{ cm.}$$

Tension totale du fer :

$$Z = \frac{Pp}{z} = \frac{15000 \cdot 11}{19} = 8700 \text{ kg.}$$

Travail du fer à la tension :

$$\sigma_e = \frac{8700}{3 \cdot 10,2} = \text{environ } 280 \text{ kg. par cm}^2.$$

Il ne serait donc pas nécessaire que l'armature du côté tendu soit aussi forte.

7. La réception des travaux Hennebique sera subordonnée à des essais de charge pour lesquels on adoptera les principes suivants :

I° Les essais de charge doivent être faits chaque fois qu'un étage est terminé et lorsque le béton a acquis une dureté suffisante. La police des constructions sera avisée à temps et elle désignera alors les parties de la construction qui doivent être soumises à un essai de charge.

II° Les dalles, les poutres et les sommiers principaux seront dans la règle chargés avec 3 fois et les colonnes avec 5 fois la surcharge admise dans les calculs. Il ne doit pas, après enlèvement de cette charge, subsister de déformations permanentes notables. Si plusieurs colonnes sont superposées, l'essai de charge pourra se faire peu à peu au fur et à mesure que le bâtiment s'élève en chargeant chaque étage du poids qu'il devra faire supporter à la colonne.

Il est en tout cas bien entendu que la charge permanente de l'élément de construction à éprouver doit déjà produire tout son effet lors de l'essai de charge.

III° Pour les essais de charge importants, on présentera tout d'abord un plan de chargement. Ce plan indiquera l'importance et la nature de la charge, le mode et la progression du chargement ainsi que les mesures de précaution nécessaires, etc.

IV° L'entrepreneur exécutera à ses frais les essais de charge y compris tous les travaux accessoires tels que fourniture des outils, des instruments de mesure, etc.

8. Avant que la réception d'un étage ait été effectuée, l'entrepreneur ne pourra construire que tout au plus l'étage suivant et cela à ses risques et périls.

9. Les parties de la construction qui ne répondraient pas aux conditions précédentes seront enlevées et remplacées par

d'autres éléments constructifs répondant à ces conditions. Suivant les cas, la police des constructions se réserve le droit d'interdire à l'entrepreneur en question l'exécution subséquente de travaux Hennebique.

Dressé par la police des constructions.

WEIGELT, Stadthaurat.

Conformément au § 20 du « Décret de la police des constructions », du 25 avril 1896, les règlements ci-dessus sont portés à la connaissance des intéressés par le présent arrêté.

Dusseldorf, le 15 mai 1901.

L'administration de police.

Pour le 1<sup>er</sup> Bürgermeister,

Dr WÜLFING.

Francfort s/M.

Conditions générales pour l'exécution de constructions en béton de ciment.

I. L'approbation de la police des constructions pour l'exécution de poutres et de dalles d'après le système Hennebique ne sera à l'avenir donnée que si :

1° les prescriptions ci-après sont remplies par les calculs statiques.

2° La valeur admise pour la résistance du béton à l'écrasement est certifiée par une attestation du laboratoire d'essai de Charlottenbourg; l'éprouvette de béton en question et l'attestation sera livrée avec indication exacte de la provenance du ciment et du rapport de mélange de ciment et de gravier.

II. Pour les poutres et les dalles en système Hennebique, en système Kænen ou en tout autre mode de construction en béton armé, les portées de plus de 5<sup>m</sup>,50 pour les bâtiments d'habitation et de plus de 3<sup>m</sup>,50 pour les fabriques et ateliers ne sont pas admissibles.

III. La réception des constructions ci-dessus mentionnées sera subordonnée à des essais de charge exécutés aux frais de l'entrepreneur d'après les indications de la police des constructions; sous une charge de 10 fois la surcharge normale admise, il ne devra se produire aucune déformation de quelque importance.

IV. L'exécution de colonnes en béton de ciment avec armatures de fer est inadmissible.

V. Les constructions de plancher sans armatures de fer seront traitées comme arcs et les ancrages de poutres et de parois seront prescrits suivant les cas; pour ces constructions, on ne doit dans aucun cas tenir compte d'un coefficient de travail du béton à la tension.

VI. Le coefficient de travail du béton à la compression ne doit pas dépasser 25 kg. par cm<sup>2</sup>.

Francfort s/M., le 1<sup>er</sup> février 1901.

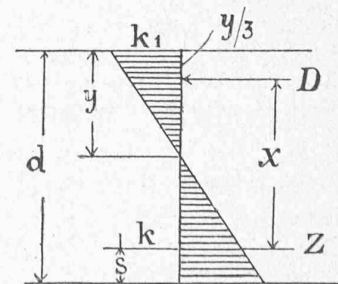
POLICE DES CONSTRUCTIONS.

Prescriptions

pour les calculs statiques de dalle et de poutres droites (Système Hennebique).

Les dalles se calculeront comme des poutres reposant librement. Les planchers avec armatures métalliques doivent supporter 10 fois la surcharge prévue sans subir de déformations importantes.

Si g désigne le poids propre de 1 m<sup>2</sup> de plancher, y compris le remplissage, le parquetage, etc.



p la surcharge par m<sup>2</sup>,

l la portée en cm.,

Z la résultante des efforts de tension,

D la résultante des efforts de compression,

x, y, d, s des grandeurs indiquées sur la figure ci-contre,

$k$  la résistance à la rupture par tension du fer en kg. par  $\text{cm}^2$ ,

$k_1$  la résistance à la rupture par compression des pierres, briques ou du béton en kg. par  $\text{cm}^2$ ,

$f$  la section des armatures métalliques en  $\text{cm}^2$ .

$$\text{On aura : I) } \frac{(g + 10 p)}{8} p^2 = Z \cdot x = D \cdot x$$

$$\text{II) } Z = f k. \quad \text{III) } D = \frac{k_1 \cdot y}{2}$$

Comme  $Z = D$  et que la section  $f$  des armatures ainsi que  $k, k_1$  sont connus, on peut tirer  $y$  de la relation III.

$$\text{IV) } y = \frac{2 D}{k_1}$$

De plus, on doit supposer  $s$  connu, puisque pour une dalle donnée, la position des fers est aussi fixée.

Il s'ensuit, (voir figure)

$$\text{V) } x = d - \left( \frac{y}{3} + s \right)$$

et de la relation I on tire :

$$\text{VI) } l = \sqrt{\frac{Z \cdot x \cdot 8}{g + 10 p}}$$

L'exemple suivant servira à illustrer ce calcul :

Soit pour une dalle donnée :  $g = 250 \text{ kg.}$ ,  $p = 250 \text{ kg.}$ ,  $d = 10 \text{ cm.}$ ,  $s = 2,0 \text{ cm.}$ ,  $k = 3800 \text{ kg. (fer)}$ ,  $k_1 = 50 \text{ kg. (béton)}$ ,  $f = 1,7 \cdot 35 \text{ mm.}$ ; en admettant 4 fers plats de  $1,7 \cdot 35 \text{ mm.}$  par mètre de largeur on aura, d'après la relation II.

$$Z = 4 \cdot 1,7 \cdot 35 \text{ mm.} \cdot 3800 = 2,38 \text{ cm}^2 \cdot 3800 \text{ kg/cm}^2 = 9044 \text{ kg.}$$

$$\text{D'après la relation III : } D = \frac{k_1 \cdot y}{2} = 9044 \text{ kg.}$$

$$\frac{50 \cdot y \cdot 100}{2} = 9044$$

$$\text{(IV) } y = \frac{9044 \cdot 2}{5000} = 3,62 \text{ cm.}$$

$$\text{(V) } x = 10 - \left( \frac{3,62}{3} + 2 \right) = 6,79 \text{ cm.}$$

$$\text{(VI) } l = \sqrt{\frac{9044 \cdot 6,79 \cdot 8}{(250 + 10 \cdot 250) \cdot 100}}$$

$$= \sqrt{\frac{491270}{2750 \cdot 100}} = \sqrt{1,78} = 1,33 \text{ m.}$$

Francfort s/M., le 1<sup>er</sup> février 1901.

LA POLICE DES CONSTRUCTIONS.

#### Hambourg.

Règlements pour l'exécution de constructions d'après le système Hennebique ou un système similaire dans le rayon où la loi hambourgeoise de la police des constructions du 23 juin 1882 est en vigueur.

1. Pour toute exécution de travaux on doit présenter en double à la police des constructions des calculs statiques exacts et les plans nécessaires à la compréhension du projet.

On ne doit en aucun cas commencer les travaux avant que l'examen préalable de la police des constructions soit clos.

2. On n'emploiera que des matériaux de 1<sup>er</sup> choix et l'exécution sera faite avec un grand soin.

Le béton doit se composer de 1 partie de ciment Portland pour 4 parties de gravier lavé et exempt de matières argileuses. Dans le cas où un autre mélange devrait être employé, il faudra prouver que ce mélange donne une résistance au moins égale à celle du mélange prévu.

3. L'exécution doit se faire exactement d'après les données du projet; la répartition des barres et leur position donnée par le calcul devront en particulier être conservées avec toute l'exactitude possible. Dans tous les cas, on devra donner aux sections de béton les dimensions nécessaires et les pourvoir d'armatures suffisantes pour que la construction puisse supporter toutes les fatigues qui pourraient se produire dans ses

différentes parties et cela qu'on ait tenu compte ou non de ces fatigues dans le calcul.

4. En tant que les circonstances n'exigeront pas d'autres suppositions et d'autres méthodes de calcul dans des cas particuliers, on pourra se servir, pour dresser les calculs statiques, des valeurs et des formules données dans l'annexe N° 1 à ces règlements.

La police des constructions se réserve cependant le droit de changer ou de compléter ces formules d'après les besoins et après entente préalable avec l'entrepreneur qui demande l'autorisation de bâtir.

5. On doit, immédiatement après leur achèvement, protéger d'une manière efficace les constructions en béton armé contre tout dommage ainsi que contre tout phénomène qui pourrait exercer une action nuisible sur la résistance des constructions.

6. Le décoffrage (déboisage) des constructions en béton armé ne doit être effectué que lorsque le béton a acquis une résistance suffisante.

Le coffrage et les étais des dalles ne doivent en aucun cas être enlevés avant 8 jours après achèvement du travail par un temps chaud et avant 15 jours par un temps humide. Il est à remarquer qu'il faudra toujours laisser en quelques endroits des planches de coffrage appuyées par un étai.

Le coffrage latéral des poutres peut être, dans la règle, enlevé en même temps que le plancher de support de la dalle, tandis que les fonds des poutres doivent rester soutenus au moins 1 à 2 semaines de plus.

Le coffrage des colonnes ne doit en aucun cas être enlevé avant un délai de 15 jours après achèvement du damage du béton.

7. Les planchers ne seront employés que lorsque la construction aura acquis la résistance nécessaire.

8. Les essais de charge éventuels considérés comme nécessaires par la police des constructions seront exécutés d'après les indications de la police et aux frais de l'entrepreneur. Ce dernier prendra également à sa charge tous les travaux accessoires tels que supports en cas de rupture, fourniture des appareils de mesure, etc.

L'entrepreneur devra aussi, sur la demande et d'après les indications de la police et à ses frais, mettre à nu les planchers en certains endroits de façon à pouvoir se rendre compte exactement des dimensions des diverses parties de la construction.

9. L'autorisation d'exécuter des travaux en système Hennebique ou en un système analogue d'après les prescriptions ci-dessus sera basée sur la requête du demandeur du 23 juin 1901. Dans le cas de vente de la maison d'entreprise ou de transfert de l'exécution à un représentant, on devra adresser une nouvelle demande d'autorisation à la police des constructions.

10. Si les prescriptions ci-dessus ne sont pas remplies, la police des constructions ne reconnaîtra plus au demandeur et à ses ayants-droits la faculté d'exécuter des constructions d'après le système Hennebique ou d'après un autre système analogue.

Hambourg, le 5 août 1901.

LA POLICE DES CONSTRUCTIONS.

#### Hambourg.

Annexe n° 1 aux règlements du 5 août 1901 concernant l'exécution de constructions d'après le système Hennebique ou un autre système analogue.

#### A. Travail admissible des matériaux, etc.

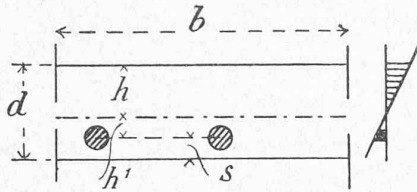
Pour les calculs statiques, on prendra comme base les valeurs suivantes :

1. Poids propre du $\text{m}^3$ de béton y compris les armatures métalliques . . . . .	= 2500 kg.
2. Coefficient de travail admissible du béton à la compression pure . . . . .	= 30 $\text{kg/cm}^2$ .
3. Coefficient de travail à la compression des pièces soumises à la flexion . . . . .	= 25 »
4. Coefficient de travail du béton à la tension . . . . .	= 0 »
5. Coefficient de travail du fer à la tension et à la compression . . . . .	= 875 »
6. Coefficient de travail du fer au cisaillement . . . . .	= 700 »

7. Dans le calcul de constructions exposées à des trépidations (par exemple silos, fabriques, locaux pourvus d'une installation mue à l'aide de machines, etc.), on majorera la surcharge de 20<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.



B. Calcul de dalles à armature simple.



$$\frac{M}{2} = \frac{h \cdot b}{2} \cdot \frac{2}{3} h \cdot \sigma_B$$

$$h^2 = \frac{3 M}{2 \cdot b \cdot \sigma_B}$$

$$h = \sqrt{\frac{3 M}{2 \cdot b \cdot \sigma_B}}$$

Pour  $b = 1,00$  m. et  $\sigma_B = 25$  kg. ou a :  $h = \sqrt{\frac{3 M}{200 \cdot 25}}$   
 $h' = d - h - s$

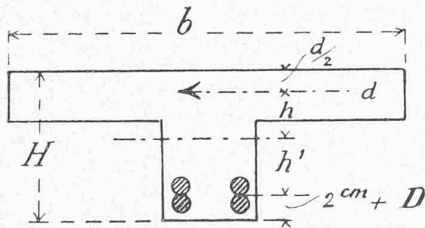
Section nécessaire des fers tendus :  $F_e = \frac{M}{2 \cdot h' \cdot \sigma_e}$

C. Calcul des poutres.

En supposant que la dalle et la poutre soient reliées intimement, il est permis de supposer qu'une partie de la dalle appartient à la poutre. La largeur de cette tranche de dalle ne doit cependant pas dépasser 20 à 30 fois l'épaisseur de la dalle ou les  $\frac{2}{5}$  de la portée de la poutre.

Si deux barres tendues sont placées l'une au-dessus de l'autre, leur distance à la fibre inférieure du béton sera prise = 2 cm. + 1. Diamètre.

1° Au milieu de la poutre.



$$\frac{M}{2} = b \cdot d \cdot h \cdot \sigma_B$$

$$h = \frac{M}{2 \cdot b \cdot d \cdot \sigma_B}$$

$$h' = H - \left[ \frac{d}{2} + h + 2 \text{ cm.} + 1 \cdot \text{Diamètre} \right]$$

Section nécessaire des fers tendus :  $F_e = \frac{M}{2 \cdot h' \cdot \sigma_e}$

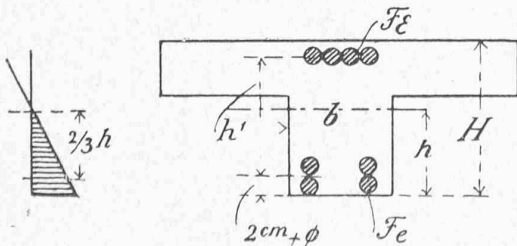
On observera en outre les règles suivantes :

1. Si, d'après le calcul précédent, la fibre neutre tombe dans la dalle, on prendra par mesure de sécurité :

$$h = \frac{d}{2} + 1 \text{ cm.}$$

2. Le rapport  $h : h'$  doit toujours être pris plus petit ou égal à 1 : 2,5.

2° Au droit de l'appui.



$$\frac{M}{2} = \frac{h \cdot b}{2} \cdot \frac{2}{3} h \cdot \sigma_B + F_e [h - (2 \text{ cm.} + 1 \cdot D)] \cdot \sigma_e$$

$$h = - F_e \cdot \sigma_e \pm$$

$$\sqrt{(F_e \sigma_e)^2 + 4 \frac{b \cdot \sigma_B}{3} \left[ \frac{M}{2} + F_e \sigma_e (2 \text{ cm.} + 1 D) \right]}$$

$$\frac{2 \cdot b \cdot \sigma_B}{3}$$

$$h' = H - h - (2 \text{ cm.} + \frac{1}{2} D)$$

$$F_e = \frac{M}{2 \cdot \sigma_e \cdot h'}$$

Pour les dalles à armature simple ainsi que pour les poutres, on peut employer en règle générale la formule :

$$M = \frac{Q \cdot l^2}{40}$$

Dans le cas où l'encastrement paraît problématique, on prendra :  $M = \frac{Q \cdot l^2}{8}$

Les efforts de cisaillement devront être neutralisés par une armature spéciale. En outre il est à observer que le travail au cisaillement de la seule section de béton ne devra pas dépasser 15 kg. par  $\text{cm}^2$ .

D. Calcul des colonnes.

La section de béton des colonnes se calculera d'abord à la compression et ensuite au flambage au moyen des formules suivantes :

1. Pour une charge axiale  $J = 60 P \cdot l^2$ .
2. Pour une charge légèrement excentrique  $J = 100 P \cdot l^2$ , où  $J$  en  $\text{cm}^4$  est le moment d'inertie minimum de la section de la colonne,  $P$  la charge en tonnes, et  $l$  la longueur libre de la colonne en mètres.
3. Pour une excentricité relativement importante du point d'application de la charge, les colonnes se calculeront à la flexion et compression combinées.

Carlsruhe.

Pour l'exécution des constructions Hennebique, nous observons les principes suivants :

Quoique le coefficient de 875 kg par  $\text{cm}^2$  pour le fer soit considéré ici comme admissible, le même travail ne peut pas être toléré pour le béton armé, car le béton ne supporte pas d'efforts de flexion exagérés et se fendille facilement. On ne devrait donc, pour cette raison, pas dépasser le coefficient de travail de 750 kg. Pour calculer les poutres des planchers, on admettra qu'elles sont soumises à un travail de flexion et ont à supporter non seulement des efforts de compression, mais aussi des efforts de tension. C'est pour cela que les poutres seront encadrées dans la maçonnerie de façade de façon à ce qu'il soit pour ainsi dire impossible au plancher de fléchir et que les efforts de flexion ne puissent pas se produire en un point, mais qu'ils se répartissent uniformément suivant une ligne droite dans tout le plancher. On suppose pour cela que la maçonnerie de façade est exécutée d'une manière parfaite, qu'elle ne présente que peu ou point de discontinuités et que le béton est suffisamment riche en ciment. Comme l'encastrement du plancher supérieur d'un bâtiment présente presque toujours des difficultés, il ne sera pas permis d'exécuter cet étage en béton armé. Pour la même raison la toiture ne pourra pas être faite d'après le système de construction précité.

Les colonnes doivent être toujours calculées à la compression et jamais au flambage ; toutefois le côté de la section ne devra pas être inférieur au  $\frac{1}{10}$  de la hauteur de la colonne.

Avant de décoffrer les planchers et les colonnes, on observera ce qui suit :

1. Le temps de prise doit être de 30 jours au moins.
2. Les jours de pluie seront ajoutés à ces 30 jours.
3. Pendant le temps de prise, le plancher ne doit être exposé à aucun ébranlement tel que : montage du toit, de planchers, etc.
4. Tous les murs extérieurs et les murs portants doivent être élevés et le bâtiment sous toit.
5. S'il y a plusieurs planchers, un plancher quelconque ne devra être exécuté que lorsque, après essais de charge, le plancher inférieur aura été admis par le contrôle des constructions.