Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 77/78 (1921)
Heft: 23

Artikel: Influence de l'encastrement latéral dans les grands barrages
Autor: Juillard, H.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-37362

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

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

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

Download PDF: 13.07.2025

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

INHALT: Influence de l'encastrement latéral dans les grands barrages. — Geschäftshaus mit Zweigniederlassung der Versicherungs-Gesellschaft „Zürich" in Paris. — Abwärme-Verwertung. — Die schweizerischen Eisenbahnen im Jahre 1920. — Nekrologie: Ch. Wolf. J. B. Dunlop. — Miscellanea: Entwicklungsmöglichkeiten der elektrischen Vollbahn-Lokomotive. Die Grosschiffahrtstrasse Rhein-Main-Donau. Verband der Aare-Rhein-Werke. Kraftwerk Wäggital. — Konkurrenzen: Verwaltungsgebäude des städtischen Elektrizitäts- und Wasserwerkes Aarau. Bebauungsplan für die Stadt Belgrad. — Vereinsnachrichten: Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein. Stellenvermittlung.

Band 78. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet. Nr. 23.

Influence de l'encastrement latéral dans les grands barrages.

Par *H. Juillard*, ingenieur.

Les grands barrages ont été l'objet d'études très nombreuses, ayant pour but de réaliser par une distribution judicieuse des dimensions, une économie de matière, en même temps que d'assurer à l'ouvrage une sécurité absolue. Le problème ne pouvant être résolu d'une manière absolument rigoureuse, on conçoit la possibilité d'un grand nombre de théories différant par leurs suppositions initiales respectives.

L'importance de ces hypothèses dans le calcul des murs de gravitation a déjà été suffisamment étudiée pour qu'il soit superflu d'y revenir. Les barrages encastrés latéralement, de grandes dimensions, ont été au contraire traités d'une manière fort peu rigoureuse, et les méthodes développées jusqu'à maintenant ne rencontrent avec raison que peu de confiance. Ceci est la cause pour laquelle „on néglige" généralement l'influence de la voûte horizontale et considère le barrage comme mur de gravitation, c.-à.-d. „qu'on laisse de côté" un élément de résistance contribuant à empêcher le renversement; en d'autres termes, l'ouvrage présenterait une plus grande sécurité.

Sans vouloir prendre la défense des méthodes existantes, nous croyons pourtant qu'il est préférable d'analyser un système statique avec une méthode appropriée même imparfaite, plutôt qu'avec une autre plus rigoureuse mais qui se rapporte à un tout autre système, surtout lorsque, comme nous le montrerons, l'action négligée peut être la cause de sérieux inconvénients.

En effet, la conclusion à laquelle nous a conduit cette étude est que non seulement le type du mur de gravitation ne correspond généralement pas à la meilleure répartition de matière, mais que de plus dans un tel barrage il peut se produire des efforts de traction (principalement sur le parement amont) relativement élevés. C'est pour cette raison qu'il est nécessaire d'étudier soigneusement le travail de la voûte dans les grands barrages encastrés (dont la portée est supérieure à la hauteur) afin de pouvoir leur donner éventuellement une meilleure forme, ou bien de les couper dans des joints transversaux conformément à la théorie des murs de gravitation.

Il est évident que les formules que nous déduirons sont aussi valables pour les murs barrant des gorges plus étroites; elles montrent alors la possibilité de réaliser une économie de matière.

I. Théorie du barrage encastré.

1. *Théorie générale.*

Le problème ne peut être résolu, comme toutes les questions de „statique indéterminée", qu'en se basant sur le calcul des déformations. Considérons le cas général d'un corps chargé par un système de forces P' agissant en des points m', et soit à déterminer dans la direction de P le déplacement d'un point quelconque m produit par les charges P' (Figure 1). Ce déplacement est égal à la somme des déplacements du point m produits par chacune des forces P'; le problème est donc résolu dès que l'on sait calculer le déplacement de P en m dû à la charge P' agissant en m'. Désignons par

dmm' le déplacement de P dans sa direction produit par $P' = 1$

$dm'm$ le déplacement de P' dans sa direction produit par $P = 1$; le théorème de Maxwell nous donne alors

$$dmm' = dm'm$$

Le déplacement du point m dans la direction de P, résultant d'un système de forces P' sera donc:

$$dm = \Sigma P' \cdot dm'm \qquad (1)$$

expression dans laquelle *$dm'm$ représente le déplacement du point d'application de P' dans la direction P' produit par $P = 1$ agissant en m.*

La formule (1) appliquée à deux systèmes se croisant au point m — par exemple une poutre verticale et un arc horizontal — en posant comme condition que le déplacement est identique dans les deux systèmes, nous donne:

$$\sum_{\text{arc}} P' \, dm'm + \sum_{\text{poutre}} P' \, dm'm = 0 \qquad (2)$$

On pourra poser pour chaque point une telle équation, et le système des équations (2) résolu par rapport aux P' fera connaître la charge qu'il faut attribuer en chacun de ses points, à chaque système (poutre ou arc) considéré comme agissant librement.

Il est clair que le résultat de la résolution de ces équations ne saurait être rigoureux que si les $dm'm$ sont exacts, mais on se rend bien compte que le calcul exact des $dm'm$ est pratiquement impossible, et nous sommes obligés de nous contenter d'une méthode approximative, dont le principe fondamental est le suivant:

Au lieu de considérer le barrage entier comme fatigué par la charge $P = 1$, nous supposons que seuls les points situés sur la verticale et sur l'horizontale passant par m sont soumis à des efforts et par conséquent que ceux-là seuls subissent un déplacement $dm'm$. En substituant ces valeurs $dm'm$ dans les équations (2) *on remplace le mur par un système d'éléments rigides, poutres et arcs, s'appuyant les uns sur les autres, mais n'étant pas encastrés les uns aux autres.*

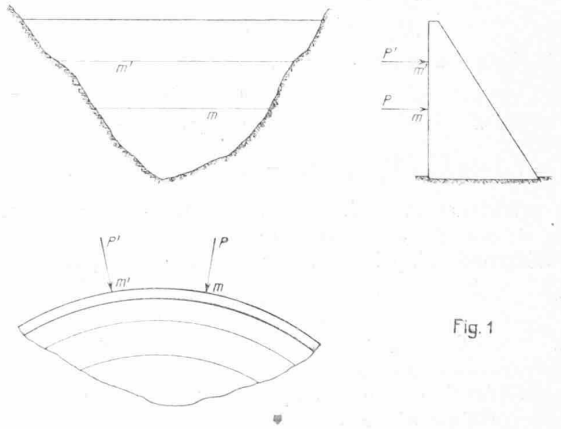

Fig. 1

Si nous faisons pour le moment abstraction du poids propre et des autres charges verticales, les poutres ne subiront verticalement aucun déplacement. Le système proposé est alors presque identique au système vrai, et la seule différence qui subsiste provient de ce qu'il n'est pas tenu compte de l'encastrement des poutres et des arcs qui a lieu en chaque point. On peut admettre que les moments de torsion produits par cet encastrement ne pourront jamais produire la rupture du barrage; si donc on néglige cette torsion qui en réalité diminue quelque peu les efforts de flexion, le calcul est un peu trop défavorable.

En résumé, les calculs à effectuer pour déterminer la répartition de la charge sont les suivants: 1° Répartir pour chaque point considéré la charge 1 entre la poutre et l'arc passant par ce point. — 2° Déterminer les lignes élastiques résultant de cette répartition. — 3° Résoudre un système d'équations (2) établies pour chacun des points considérés.

NB. Ayant exposé les principes généraux sur lesquels repose le problème, il est superflu de critiquer les méthodes de calcul existantes; on pourra mieux juger de l'importance des simplifications qu'elles ont introduites, en comparant leurs résultats avec les conclusions que nous tirerons de cette étude.

2. *Calcul statique de la voûte en arc de cercle chargée symétriquement.*

Nous considérons une portion de voûte en arc de cercle limitée d'une part par l'appui et d'autre part par l'axe de symétrie. L'indétermination statique du problème, qui généralement est triple, est abaissée d'un degré lorsqu'on considère les efforts agissant dans la section déterminée par l'axe de symétrie. L'effort tranchant est en effet nul pour cette section. Les quantités inconnues sont donc: la pression normale X et le moment fléchissant Z (fig. 2).

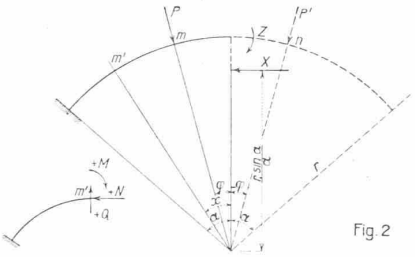

Fig. 2

L'arc est rapporté à un système de coordonnées polaires ayant pour pôle le centre de courbure, le rayon de courbure r étant le rayon d'extrados. Nous déterminerons les efforts: M = Moment fléchissant, N = Pression axiale, Q = Force de cisaillement, agissant dans une section m' (angle x), produits par deux charges $p = p'$ agissant en m et n (angle φ et $-\varphi$).

En désignant par:

N_0 la force axiale,
M_0 le moment de flexion,
Q_0 l'effort tranchant
} dans le cas de charge $X = 0$; $Z = 0$,

N_x, M_x, Q_x les efforts correspondants pour $X = 1$ et
N_z, M_z, Q_z les efforts correspondants pour $Z = 1$,

on aura:

$$N = N_0 + N_x \cdot X + N_z \cdot Z \qquad (3)$$
$$Q = Q_0 + Q_x \cdot X + Q_z \cdot Z$$
$$M = M_0 + M_x \cdot X + M_z \cdot Z$$

De la figure 2 on tire directement:

$$N_x = \cos x \qquad N_z = 0 \qquad N_0 = \sin(x - \varphi) \quad (4)$$
$$Q_x = \sin x \qquad Q_z = 0 \qquad Q_0 = -\cos(x - \varphi)$$
$$M_x = r\left(\cos x - \frac{\sin \alpha}{\alpha}\right) \qquad M_z = 1 \qquad M_0 = r \cdot \sin(x - \varphi)$$

Les grandeurs X et Z sont déterminées de la manière la plus simple en appliquant le principe du travail virtuel. En désignant d'après la notation habituelle par:

δxx le déplacement de X dans sa direction produit par $X = 1$
δmx le déplacement de X dans sa direction produit par $p = 1$
$= \delta xm$ déplacement de p dans sa direction produit par $X = 1$
δxz la rotation de Z pour $X = 1$
$= 0$ lorsque X agit dans l'axe de gravité de l'arc c.-à.-d. à une distance du centre $r \frac{\sin \alpha}{\alpha}$

on obtient l'équation du travail:

$$X = -p \frac{\delta mx}{\delta xx} \qquad (5)$$

De même en désignant par:
δzz la rotation de l'extrémité de la poutre pour $Z = 1$
δmz la rotation de l'extrémité de la poutre pour $p = 1$
$= \delta zm$ déplacement de p dans sa direction pour $Z = 1$,
nous obtenons la seconde équation

$$Z = -p \frac{\delta mz}{\delta zz} \qquad (6)$$

δmx s'obtient en exprimant que le travail virtuel produit par $p = 1$ se déplaçant dans sa direction d'une quantité δmx, est égal au travail virtuel absorbé par la déformation. Les déplacements virtuels seront ceux correspondant à δmx, c.-à.-d. produits par $X = 1$. D'après nos notations les déplacements de l'élément d'arc ds seront:

tangentiellement $\frac{N_x \cdot ds}{E \cdot F}$; l'effort corresp. N_0
radialement $\frac{Q_x \cdot ds}{G \cdot F}$; " " Q_0
la rotation $\frac{M_x \cdot ds}{E \cdot J}$; " " M_0

Soient:
E le module d'élasticité pour les efforts normaux
G le module d'élasticité pour les efforts tranchants
F la surface de la section
J le moment d'inertie de la section.

Le travail virtuel total est alors:

$$\delta mx = 1 \int \left(\frac{N_x \cdot N_0}{E \cdot F} + \frac{M_x \cdot M_0}{E \cdot J} + \frac{Q_x \cdot Q_0}{G \cdot F} \right) ds$$

de même:

$$\delta mz = \int \frac{M_z \cdot M_0}{E \cdot J} ds$$
$$\delta xx = \int \left(\frac{N_x^2}{E \cdot F} + \frac{M_x^2}{E \cdot J} + \frac{Q_x^2}{G \cdot F} \right) ds$$
$$\delta zz = \int \frac{M_z^2}{E \cdot J} ds$$

Lorsque l'épaisseur de la voûte est constante, F et J le sont aussi, de sorte que l'on peut sortir ces valeurs du signe $\int$ de même que E et G.

Enfin en posant $m = \frac{E}{G}$; $i^2 = \frac{J}{F}$

$$a = 1 + (m + 1)\left(\frac{i}{r}\right)^2 \qquad b = 1 - (m - 1)\left(\frac{i}{r}\right)^2$$

et en intégrant entre les limites φ et α on obtient:

$$\frac{E \cdot J}{r^3} \delta mx = \frac{b}{2} \sin \alpha \cdot \sin(\alpha - \varphi) - \frac{a}{2} \sin \varphi \cdot (\alpha - \varphi) - \frac{\sin \alpha}{\alpha}\left[1 - \cos(\alpha - \varphi)\right] \qquad (7)$$

de même

$$\frac{E \cdot J}{r^2} \delta mz = 1 - \cos(\alpha - \varphi) \qquad \left(\int_{\varphi}^{\alpha}\right) \qquad (8)$$

$$\frac{E \cdot J}{r^3} \delta xx = \frac{a\,\alpha}{2} + \frac{b \cdot \sin 2\alpha}{4} - \frac{\sin^2 \alpha}{\alpha} \qquad \left(\int_{0}^{\alpha}\right) \qquad (9)$$

$$\frac{E \cdot J}{r} \delta zz = \alpha \qquad \left(\int_{0}^{\alpha}\right) \qquad (10)$$

On pourra donc pour *une charge symétrique* P déterminer:

$$X = -P \frac{\delta mx}{\delta xx} \qquad Z = -P \frac{\delta mz}{\delta zz}$$

et les efforts en un point quelconque (angle x) au moyen des formules (3) et (4).

Lorsque la *charge est répartie,* égale à $p \cdot r \cdot d\varphi$ par unité de longueur.

$$X = -\frac{r}{\delta xx} \int p \cdot \delta mx \cdot d\varphi \qquad Z = \frac{r}{\delta zz} \int p \cdot \delta mz \cdot d\varphi$$

Les efforts pour une section quelconque (angle x) sont:

$$N = \int p \sin(x - \varphi)\, r \cdot d\varphi + \cos x \cdot X \qquad (11)$$
$$M = \int p \sin(x - \varphi)\, r^2 \cdot d\varphi + Z + r\left(\cos x - \frac{\sin \alpha}{\alpha}\right) \cdot X$$
$$Q = -\int p \cos(x - \varphi)\, r \cdot d\varphi + \sin x \cdot X$$

On vérifiera que $\frac{dN}{dx}$, $\frac{dQ}{dx}$, $\frac{dM}{dx}$ s'annulent pour $X = 0$,

et qu'en outre $\int_0^\alpha M\, dx = 0$.

Enfin si la charge est uniformément répartie sur toute la longueur de l'arc

$$X = -\frac{pr}{\delta xx} \int_0^\alpha \delta mx \cdot d\varphi \qquad Z = -\frac{pr}{\delta zz} \int_0^\alpha \delta mz \cdot d\varphi$$

En intégrant:

$$X = p \cdot r \cdot \left\{ 1 - \frac{\sin\alpha \; \frac{a+b-2}{2}}{\frac{a \cdot \alpha}{2} + \frac{b \cdot \sin 2\alpha}{4} - \frac{\sin^2\alpha}{\alpha}} \right\}$$

$$X = p \cdot r \cdot (1 - \Delta) \qquad Z = -p \cdot r^2 \cdot \left(1 - \frac{\sin\alpha}{\alpha}\right)$$

Et enfin les efforts agissant dans la section m′ (angle x)

$$N_x = p \cdot r \cdot (1 - \Delta \cdot \cos x) \qquad Q_x = -p \cdot r \cdot \Delta \cdot \sin x$$

$$M_x = -p \cdot r^2 \cdot \left(\cos x - \frac{\sin\alpha}{\alpha}\right) \Delta$$

où

$$\Delta = \frac{\sin\alpha \left(\frac{i}{r}\right)^2}{\frac{a \cdot \alpha}{2} + \frac{b \cdot \sin 2\alpha}{4} - \frac{\sin^2\alpha}{\alpha}}$$

Dans le cas particulier

$\alpha = 0 \qquad r = \infty$ ou $a \qquad \Delta = 1$ et $X = 0$.

Il est à remarquer que toutes les valeurs ont été déduites par rapport à la *fibre d'extrados* et non par rapport à la *fibre neutre* de l'arc. Mais on vérifie aisément que les résultats trouvés s'appliquent également à la fibre neutre (rayon r_m). X est alors bien entendu à appliquer à une distance $r_m \frac{\sin\alpha}{\alpha}$ du centre et $\left(\frac{i}{r}\right)^2$ à remplacer par $\left(\frac{i}{r_m}\right)^2$. N et Q conservent la même expression car la charge agit sur le cercle du rayon r, tandis que dans l'expression de M, r^2 serait à remplacer par $r \cdot r_m$.

3. a) Déformation de la voûte en arc de cercle chargée symétriquement.

Il s'agit de déterminer le déplacement dm d'un point quelconque m'. Nous avons vu (éq. 1) que

$$dm = \Sigma P' \cdot dm'm.$$

Le problème est donc ramené au calcul du déplacement $dm'm$ d'un point quelconque m' produit par une force $P = 1$ agissant en m. Considérons à cet effet la même portion d'arc que précédemment (figure 3) et soient X_P et Z_P la force axiale et le moment fléchissant au cintre produit par la charge symétrique P agissant en φ et $-\varphi$.

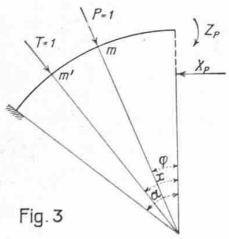

Fig. 3

Pour déterminer le déplacement $dm'm$ du point m' appliquons une force virtuelle $T = 1$ en ce point. Cette force produira des réactions X_T et Z_T, et on aura des efforts (voir page 272).

$$N_T = N_{To} + X_T \cdot N_{Tx}$$
$$M_T = M_{To} + X_T \cdot M_{Tx} + Z_T \text{ etc.}$$

de même que

$$N_P = N_P + X_P \cdot N_{Px} \text{ etc.}$$

En exprimant que le travail virtuel de déformation total obtenu en multipliant les fatigues virtuelles résultant de $T = 1$, par les déplacements réels produits par $P = 1$, est égal au travail de T se déplaçant de $dm'm$, on obtient la relation:

$$dm'm = \int_{x \text{ resp. } \varphi}^{\alpha} \left(\frac{N_T \cdot N_P}{E \cdot F} + \frac{M_T \cdot M_P}{G \cdot J} + \frac{Q_T \cdot Q_P}{G \cdot F} \right) \cdot ds \qquad (12)$$

Le développement un peu long de cette expression est tout à fait analogue à ceux effectués précédemment et conduit aux valeurs:

$$\left.\begin{array}{l} x > \varphi \\ dm'm \frac{E \cdot J}{r^3} = \frac{1}{2} a \cdot \cos(x - \varphi) \cdot (\alpha - x) - \frac{1}{2} b \cdot \sin(\alpha - x) \cdot \\ \cdot \cos(\alpha - \varphi) - \frac{\delta mx \cdot \delta mx^*}{\delta xx} \cdot \frac{E \cdot J}{r^3} - \frac{\delta mz \cdot \delta mz^*}{\delta_{zz}} \cdot \frac{E \cdot J}{r^3} \\ x < \varphi \\ dm'm \frac{E \cdot J}{r^3} = \frac{1}{2} a \cdot \cos(\varphi - x) \cdot (\alpha - \varphi) - \frac{1}{2} b \cdot \sin(\alpha - \varphi) \cdot \\ \cdot \cos(\alpha - x) - \frac{\delta mx \cdot \delta mx^*}{\delta xx} \cdot \frac{E \cdot J}{r^3} - \frac{\delta mz \cdot \delta mz^*}{\delta_{zz}} \cdot \frac{E \cdot J}{r^3} \end{array}\right\} (13)$$

où a, b, δmx, δxx, δmz et δzz ont la même signification que précédemment; δmx^* et δmz^* sont le déplacement et la rotation auxiliaires produits par une force 1 agissant en m', et leurs expressions sont celles de δmx et δmz dans lesquelles φ est à remplacer par x.

Les formules (1) et (13) permettent de déterminer directement la ligne élastique d'une voûte en arc de cercle pour une charge concentrique quelconque, mais symétrique. Si la charge est uniformément répartie égale à p, on obtient, après avoir intégré, l'ordonnée dm de la ligne élastique en un point m'.

$$dm = \frac{p \cdot r}{E \cdot F} \left(1 - \cos(\alpha - x) + \sin\alpha \cdot X^*\right)$$

où X^* est la pression axiale au cintre produite par une charge symétrique 1 agissant aux points m' (angle x et $-x$), $X^* = -\frac{\delta mx^*}{\delta xx^*}$

3. b) Déformation de la console (poutre) chargée normalement.

Nous déterminerons également la déformation en un point m' produite par une force $P = 1$ agissant en m (fig. 4).

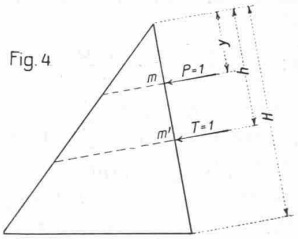

Fig. 4

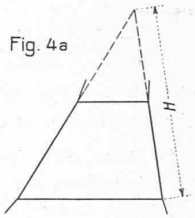

Fig. 4a

Ceci peut de nouveau se faire de la manière la plus simple en employant leprincipe des travaux virtuels et en introduisant à cet effet la force fictive $T = 1$. On aura donc comme précédemment

$$dm'm = \int_{y \text{ resp. } h}^{H} \left(\frac{M_T \cdot M_P}{E \cdot J} + \frac{Q_T \cdot Q_P}{G \cdot F} \right) \cdot ds \qquad (14)$$

où M_T, M_P et Q_T, Q_P sont les moments fléchissants et les forces de cisaillement produits par $P = 1$ respectivement $T = 1$.

L'équation (14) peut être intégrée sans difficulté dans le cas où la poutre présente une forme géométrique simple; en général on pourra toujours diviser le profil en un certain nombre de sections à parements rectilignes et ainsi ramener le problème au calcul de la déformation d'une poutre de forme triangulaire (fig. 4a). Dans ce cas on obtient (c étant la tg de l'angle que font ensemble les deux parements):

$$\left.\begin{array}{l} h < y: \\ dm'm = \frac{12}{E c^3} \left\{ -1 + \frac{y}{H} + \frac{h}{H} - \frac{h}{2H^2}\left(y + \frac{H^2}{h}\right) + \right. \\ \qquad \left. + L \frac{H}{y} \left(1 + \frac{m \cdot c^2}{12}\right) \right\} \\ h > y: \\ dm'm = \frac{12}{E c^3} \left\{ -1 + \frac{y}{H} + \frac{h}{H} - \frac{y}{2H^2}\left(h + \frac{H^2}{h}\right) + \right. \\ \qquad \left. + L \frac{H}{h} \left(1 + \frac{m \cdot c^2}{12}\right) \right\} \end{array}\right\} (15)$$

et enfin lorsque la charge est égale en chaque point à la hauteur d'eau (mur de gravitation)

$$dm = \sum_{o}^{h} dm'm \cdot y = \frac{1}{E c^3} \left\{ (H - h)^2 + \frac{m \cdot c^2}{4} (H^2 - h^2) \right\}$$

4. Répartition de la charge.

Désignons par p la pression d'eau en un point du parement amont. On peut diviser cette charge en deux parties, l'une Y chargeant la poutre et l'autre $(p - Y)$ chargeant l'arc passant par ce point, et telles que les deux systèmes superposés soient identiques l'un à l'autre et au système vrai, $\frac{Y}{p}$ sera alors le pour cent de la charge incombant à la poutre et $\frac{p - Y}{p}$ celui incombant à l'arc.

L'équation (2) donne pour chaque point

$$\int_{\text{arc}} (p - Y) \cdot dm'm \cdot ds = \int_{\text{poutre}} Y \cdot dm'm \cdot ds$$

La résolution des équations (2) donne directement la répartition de la charge; mais il n'est toutefois pas possible de déterminer sans autre cette répartition pour les points situés dans le voisinage des appuis pour lesquels la déformation est infiniment petite.

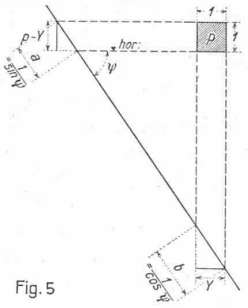

Fig. 5

Il est évident qu'une charge p agissant dans le voisinage immédiat de l'appui ne peut avoir d'influence sur le reste du barrage et doit être équilibrée directement par les forces $(p - Y)$ et Y (fig. 5). Les deux éléments a et b infiniments rapprochés seront soumis au même effort de cisaillement par unité de surface d'où la condition:

$$\frac{p - Y}{\sin \psi} = \frac{Y}{\cos \psi} \quad \text{ou:} \quad \frac{p - Y}{p} = \frac{tg\, \psi}{1 + tg\, \psi} \qquad (16)$$

On obtient aussi la même relation en traitant les tangentes aux lignes élastiques de la poutre et de l'arc (éq. 13 et 15).

De plus cette équation (16) n'est pas seulement valable pour la répartition d'une charge agissant dans le voisinage des appuis, mais, ce qui est plus important, elle donne aussi directement le rapport des efforts de cisaillement agissant dans deux sections, verticale et horizontale, menées par un point des appuis.

Cette équation est donc caractéristique pour l'influence de la voûte dans un barrage encastré puisqu'elle fixe le rapport des charges agissant sur deux lamelles verticale et horizontale aboutissant au même point de l'appui, et ceci *sans faire aucune supposition sur les propriétés élastiques du barrage.* La forme de ces lignes de charge $(p - Y)$ et Y dépend alors de l'élasticité de la matière employée, mais les ordonnées extrêmes et les aires des surfaces de charge doivent satisfaire à l'équation (16). (à suivre.)

Geschäftshaus mit Zweigniederlassung der Versicherungs-Gesellschaft „Zürich" in Paris.

Die *„Zürich", Allgemeine Unfall- und Haftpflicht-Versicherungs-Aktiengesellschaft* in Zürich beabsichtigt an der Ecke des Boulevard Poissonniére und der von diesem aus abfallenden (vergl. Schnitt Abb. 12, S. 277) Rue Rougemont in Paris unter dem an die Oertlichkeit sich anlehnenden, etwas amerikanisierenden Namen „Pont de fer-Building" ein Geschäftshaus zu errichten, das auch die Zweigniederlassung der Gesellschaft aufzunehmen hat. Diese Direktion des französischen Zweiges der „Zürich" soll im Hintergrunde untergebracht und von einem repräsentablen Hof aus betreten werden, während die vordern, an den Strassen liegenden Trakte zu beliebigen Geschäftszwecken vermietbar sein sollen, mit möglichster Freiheit und Anpassungsfähigkeit in der Unterteilung der Räume. Zur Gewinnung von Entwürfen für die Ueberbauung des rund 3000 m^2 messenden Grundstücks lud die Gesellschaft fünf der hervorragendsten Pariser Architekten sowie Arch. Otto Honegger

Projekt von Arch. *Otto Honegger* in Zürich.

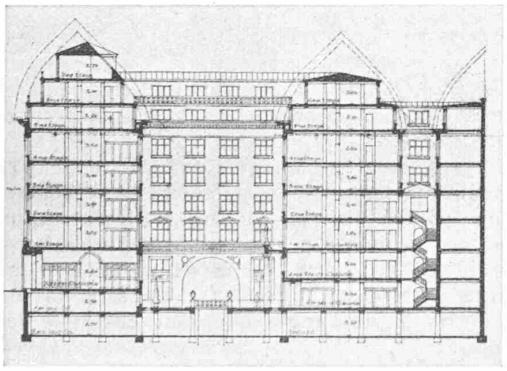

Abb. 4. Schnitt durch Vorder- und Hintergebäude 1 : 800.

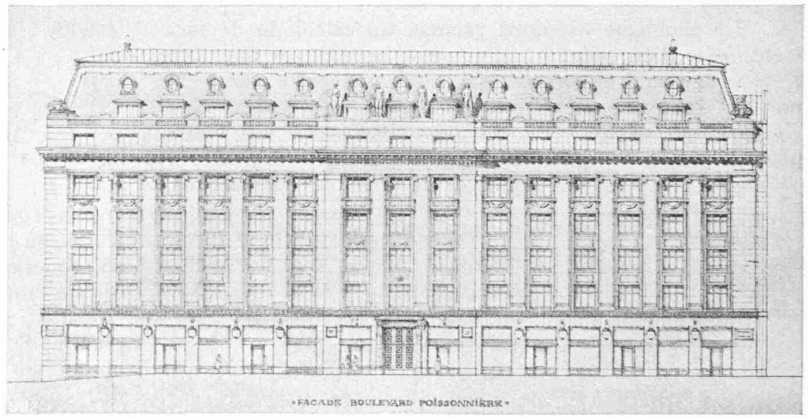

Abb. 8. Variante für die Hauptfassade nach Pariser Geschmack. — 1 : 600.

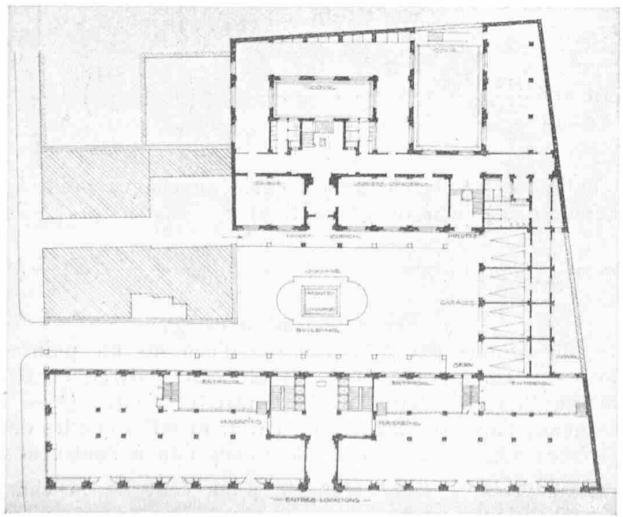

Abb. 5. Erdgeschoss im ersten Ausbau. — 1 : 800.

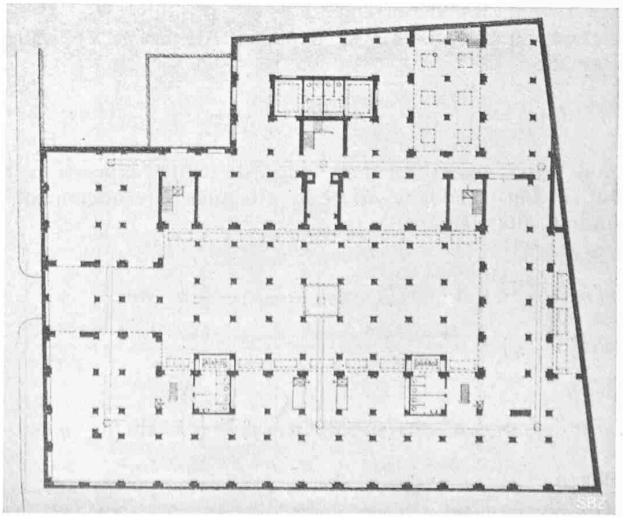

Abb. 1. Untergeschoss im Vollausbau. — 1 : 800.