Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 47 (1921)
Heft: 14

Artikel: Calcul des ponts circulaires
Autor: Paschoud
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-36600

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

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

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

Download PDF: 15.07.2025

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

UN NOUVEAU TYPE DE BARRAGE

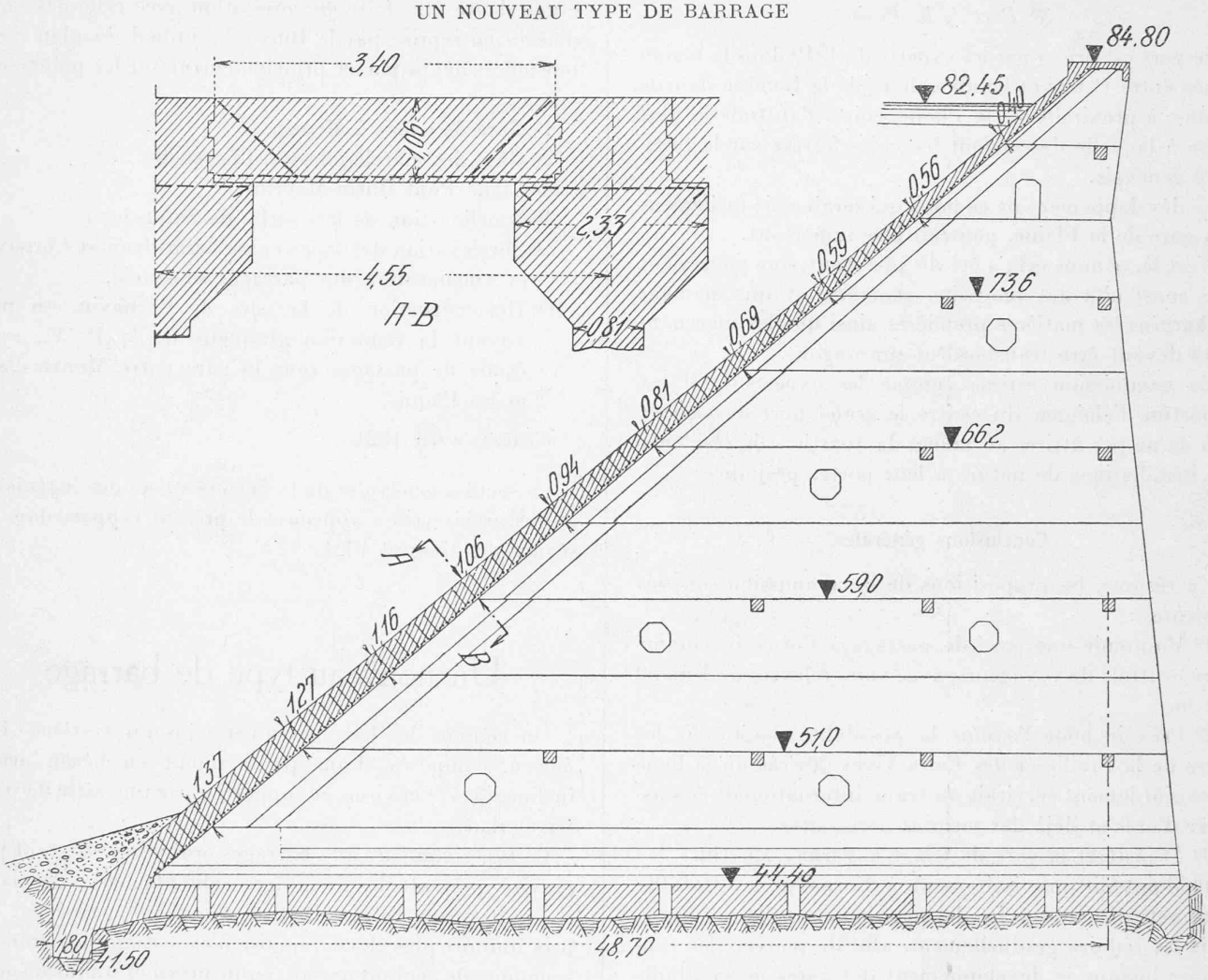

Fig. 1. — Barrage de la Prêle (Wyoming).

Ce projet, élaboré par M. le *Dr. Ing. Russin* et destiné au barrage de Harlach, constitue une nouveauté intéressante. La base des montants demandera cependant à être fondée avec le plus grand soin sur terrain incompressible ou mieux sur le rocher, tandis que le système Ambursen, vu la faible pression unitaire exercée sur le sol et la solidarité de l'ensemble, peut reposer sur un sol légèrement compressible, pourvu qu'il soit imperméable.

N. de Schoulepnikow,
Ingénieur E. C. P.
Professeur à l'Ecole d'Ingénieurs
de l'Université de Lausanne.

Calcul des ponts circulaires.

Lorsqu'un pont métallique doit donner passage à une voie ferrée en courbe, il suffit en général d'augmenter l'écartement de ses poutres principales pour que les limites curvilignes de la plateforme du chemin de fer puissent s'inscrire dans le contour rectangulaire du tablier.

Mais, pour des raisons d'esthétique, dans les villes principalement, cette façon pratique et relativement simple de tourner la difficulté n'est pas toujours admissible. Il faut alors construire des ponts courbes, c'est-à-dire des ponts dont les poutres principales se projettent horizontalement suivant des courbes parallèles à l'axe de la voie ferrée. Si cet axe est circulaire, les poutres principales se projettent suivant des cercles concentriques, le pont est circulaire.

Le premier pont circulaire exécuté est probablement celui construit pour le Métropolitain de Paris, à la traversée du port de la Rapée-Bercy, aux abords du pont d'Austerlitz. La longueur de son axe circulaire est de 70,30 m., le rayon de cet axe de 70 m. et la largeur du pont, d'axe en axe des poutres, de 8 m.

A propos de la construction de ce pont, feu l'ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, J. Résal, a publié en 1905, aux *Annales des Ponts et Chaussées*, une méthode de calcul des ponts courbes qui permet de tenir compte, d'une façon approximative, des effets produits sur une section transversale du pont par le couple de torsion qui s'y exerce.

Pour apprécier ces effets, Résal admet, ainsi qu'on le fait dans le calcul d'un pont sous l'action du vent, que le couple de torsion peut être remplacé par deux forces verticales égales et de sens contraires dont l'une augmente et l'autre diminue l'effort tranchant dû aux charges verticales. Il développe sa méthode pour les ponts à une travée, pour les ponts

UN NOUVEAU TYPE DE BARRAGE

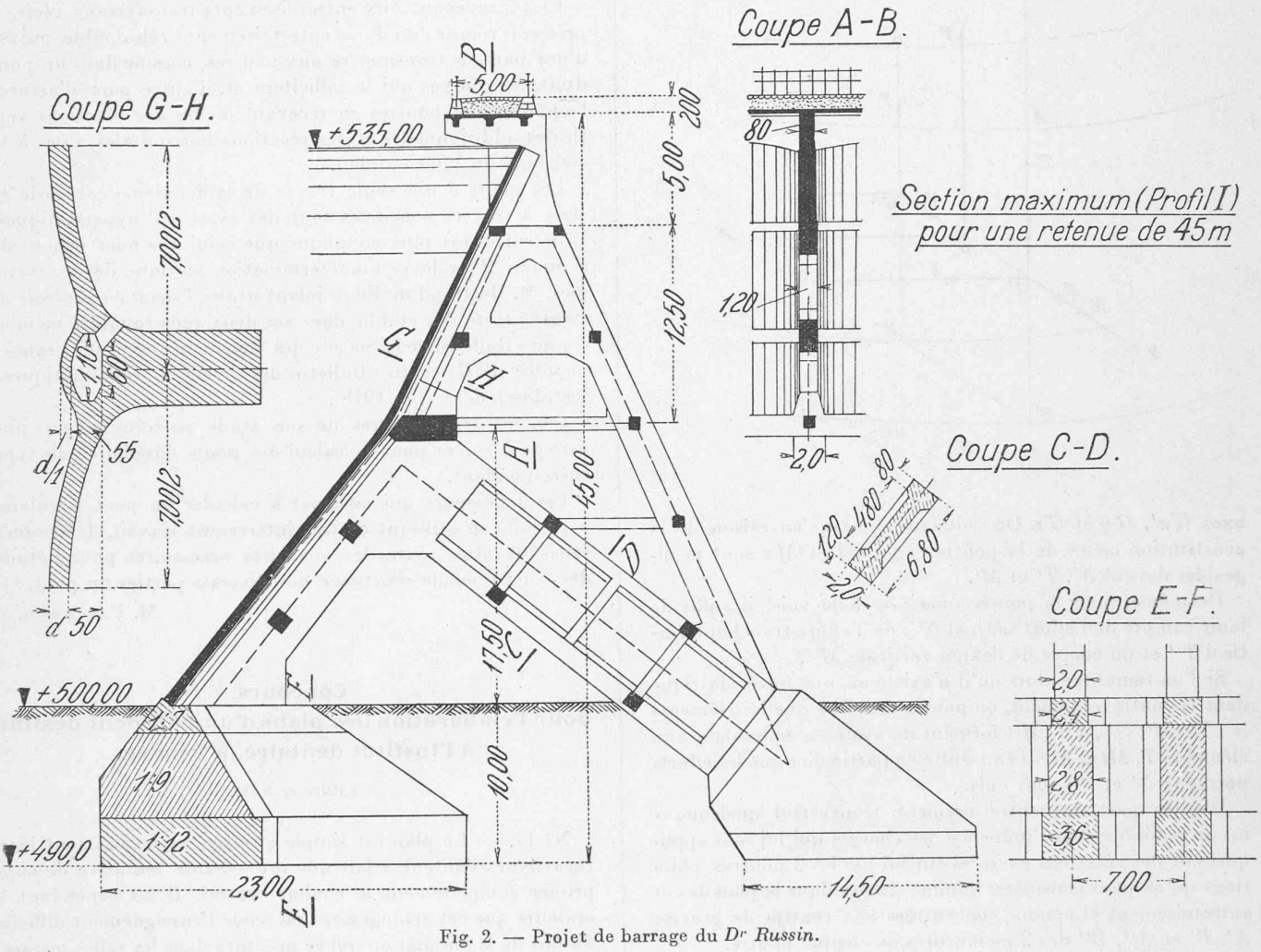

Fig. 2. — Projet de barrage du *Dr Russin.*

consoles et enfin pour les ponts à travées solidaires. Il étudie en particulier le cas des ponts circulaires.

M. *Bertrand de Fontviolant*, le savant professeur à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures ayant reconnu que le procédé de Résal ne tenait pas entièrement compte des conditions d'équilibre des poutres des ponts circulaires a exposé, dans le *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France*, (juillet-septembre 1920) une méthode correcte de calcul de ces ouvrages.

Il classe les ponts circulaires en deux catégories ; ceux qui comportent un seul contreventement horizontal et des entretoisements transversaux dans toute leur longueur et ceux qui comportent deux contreventements horizontaux, mais où les entretoisements transversaux n'existent qu'au-dessus des appuis. Dans chacune de ces catégories, il considère les ponts à une seule travée et ceux à travées continues.

Voici, pour le cas le plus simple, celui d'un pont de la première catégorie, à une seule travée, cas où le système est isostatique, un bref résumé de sa méthode.

Appelons avec lui :

Section transversale du pont, la section déterminée par un plan normal à l'axe courbe de la voie ;

Centre de cette section, le point G qui divise en 2 parties égales la droite de jonction des centres de gravité G' et G'' des sections déterminées par ce plan dans les 2 poutres du pont ;

Ligne médiane du pont le lieu de G, arc de cercle de même rayon que l'axe de la voie.

Supposons le pont sollicité par des charges verticales. Soit une section transversale de centre G. Choisissons 3 axes de coordonnées rectangulaires, Gx normal à la section, Gy dirigé suivant le rayon de la ligne médiane et Gz vertical.

Les forces extérieures appliquées à gauche de la section considérée sont réductibles en G à une force verticale T, *effort tranchant* à un couple Mt d'axe Gx, *couple de torsion* et à un couple M, d'axe Gy, *couple de flexion.*

Le plan de la section coupe les 2 poutres et le contreventement horizontal. Les forces élastiques développées dans les parties coupées doivent former un système réductible à T, Mt et M (fig. 1, page 162).

Considérons d'abord les forces élastiques engendrées dans la section de la poutre *extérieure* à la voie. Réduisons-les au centre de gravité G' de cette section. Cette réduction donne 3 forces : N', *effort normal* dirigée suivant $G'x'$ parallèle à Gx, $T'y$, *effort tranchant horizontal*, dirigée suivant $G'y$ et T', *effort tranchant vertical*, dirigée suivant $G'z'$ parallèle à Gz et 3 couples : $M't$, *couple de torsion*, M', *couple de flexion verticale* et $M'z$, *couple de flexion horizontale* ayant respectivement pour

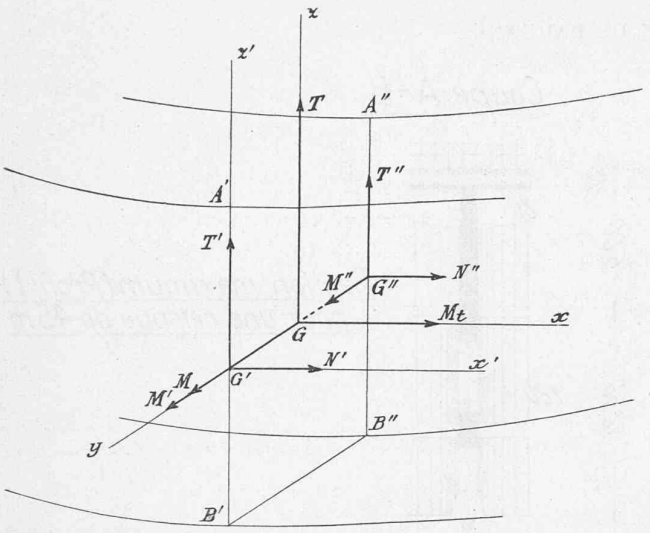

Fig. 1.

axes $G'x'$, $G'y$ et $G'z$. On voit sans peine qu'en raison de la constitution même de la poutre, $T'y$, $M't$ et $M'z$ sont négligeables devant N'. T' et M'.

De même, pour la poutre *intérieure* à la voie, il suffit de tenir compte de l'effort normal N'', de l'effort tranchant vertical T'' et du couple de flexion verticale M''.

Si l'on remarque alors qu'il n'existe aucune force élastique dans le contreventement, on pourra conclure que les éléments N', T', M', N'', T'', M'' forment un système équivalent aux éléments T, Mt et M. Il en résulte en particulier que les efforts normaux N' et N'' sont nuls.

D'autre part, un entretoisement transversal quelconque est en équilibre sous l'influence des charges qui lui sont appliquées et des réactions exercées sur lui par les 2 poutres, réactions qu'on peut considérer comme situées dans le plan de cet entretoisement et comme concentrées aux centres de gravité A', B' et A'', B'' des 2 membrures de chaque poutre.

Ceci acquis, pour traiter analytiquement le problème, on peut légitimement remplacer les entretoisements transversaux qui par hypothèse sont nombreux, par une infinité d'entretoisements élémentaires infiniment voisins les uns des autres.

L'un quelconque de ces entretoisements élémentaires est en équilibre sous l'influence de la charge infiniment petite qu'il supporte et des 4 réactions, infiniment petites également, exercées sur lui par les 2 poutres.

Si donc u' et w' sont les réactions horizontales par unité de longueur de ligne médiane du pont exercées en A' et B' respectivement et q' la réaction verticale par unité de longueur de ligne médiane exercée par la poutre extérieure sur cet entretoisement et si u'', w'', q'' sont les réactions correspondantes pour la poutre intérieure, les conditions d'équilibre de l'entretoisement fournissent 3 équations entre ces 6 quantités inconnues (fig. 2).

Les conditions d'équilibre d'une tranche infiniment petite quelconque de la poutre extérieure fournissent 4 équations entre M', T', u', w' et q', celles d'une tranche de poutre intérieure 4 équations semblables entre M'', T'', u'', w'' et q''.

Il y a donc en tout 10 inconnues M', T'; M'', T''; u', w', q'; u'', w'', q'' liées par 11 équations dont 10 sont indépendantes.

M. Bertrand de Fontviolant ramène ensuite le calcul de ces 10 inconnues à celui de 4 inconnues auxiliaires seulement et il montre comment ces inconnues auxiliaires peuvent se déterminer pour les cas de charge les plus usuels.

Enfin, revenant aux entretoisements transversaux réels, il précise le rôle de l'un de ces entretoisements, rôle double, qui est d'une part, de transmettre aux poutres, comme dans un pont droit, les charges qui le sollicitent et, d'autre part, d'assurer l'équilibre des poutres en recevant d'elles des réactions verticales additionnelles et des réactions horizontales, dues à la courbure du pont en plan.

Les ponts à une seule travée de la deuxième catégorie et ceux à travées continues sont des systèmes hyperstatiques. Leur calcul est plus compliqué que celui que nous venons de résumer. Pour lever l'indétermination statique de ces systèmes, M. Bertrand de Fontviolant utilise *l'équation générale de l'élasticité* qu'il a établie dans ses deux remarquables mémoires du «Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France» (octobre 1907) et du «Bulletin des Sciences Mathématiques» (octobre à décembre 1918).

Chacun des chapitres de son étude se termine par une *marche à suivre* pour le calcul des ponts circulaires du type correspondant.

Les ingénieurs qui auraient à calculer un pont circulaire pourront, en utilisant ce très intéressant travail, déterminer sans difficultés toutes les quantités nécessaires pour l'étude des conditions de résistance des diverses parties du pont.

M. Paschoud.

Concours pour l'élaboration des plans d'un bâtiment destiné à l'Institut dentaire, à Genève.

(Suite et fin) [1]

N° 17. — Le plan est simple et clair, les locaux sont bien répartis, et l'auteur a fait une intéressante tentative de supprimer complètement le couloir central. Il est cependant à craindre que cet arrangement ne rende l'enseignement difficile du fait de la circulation qui se produira dans les salles mêmes. Le dégagement de tout l'étage sur le palier de l'escalier est étriqué et mesquin. Enfin, du fait de la trop grande profondeur du bâtiment un certain nombre de locaux accessoires présentent de mauvaises proportions, ou un éclairage insuffisant. Cette trop grande profondeur entraîne également un cube trop considérable (26,030 m³). Les façades très simples, sont d'une belle ordonnance générale (fig. 16 à 19).

En raison des diverses critiques formulées ci-dessus, le Jury considère qu'aucun des quatre projets retenus ne peut être exécuté sans modifications assez importantes et ne remplit complètement les conditions du programme. Il n'estime donc

[1] Voir *Bulletin technique* du 25 juin 1921, page 151.

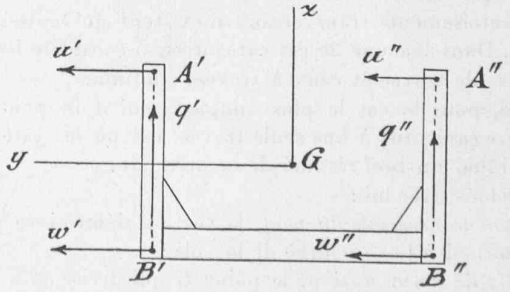

Fig. 2.