

**Zeitschrift:** IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH  
Kongressbericht

**Band:** 3 (1948)

**Artikel:** Contribution au calcul des barrages arqués

**Autor:** Lardy, P.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-4129>

### **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:** 17.11.2024

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

# IVdl

## **Contribution au calcul des barrages arqués**

## **Ueber die Berechnung von Bogenstaumauern**

## **Contribution to the design of arched dams**

D<sup>r</sup> P. LARDY

Professeur à l'Ecole Polytechnique fédérale à Zurich

Peu avant sa mort, le professeur Ritter avait entrepris une étude sur les barrages arqués. Nous voudrions rendre hommage à la mémoire de cet ingénieur si distingué, qui fut pendant de longues années Secrétaire général de l'AIPC, en développant brièvement et en complétant sur quelques points les idées qu'il a émises.

Ce sujet est lié à ceux du Thème IV du fait qu'un barrage arqué représente géométriquement un voile qui en vertu de son épaisseur, ne mérite plus exactement le qualificatif de mince. On peut distinguer trois étapes principales dans l'évolution de la théorie :

1. Le calcul des barrages arqués comme système de voûtes horizontales indépendantes;

2. Le calcul par la méthode dite des poutres croisées, les deux systèmes de poutres étant définis par les voûtes horizontales et les consoles verticales. Dans l'application de cette méthode, il n'a pas été tenu compte jusqu'ici des moments de torsion.

3. Citons enfin les essais d'adaptation de la théorie des voiles minces, rendu extrêmement difficile, sinon impossible par la complexité des conditions aux limites, dictées par la topographie des lieux, par la forme du barrage et par le fait que l'épaisseur et le rayon de courbure sont variables.

Les travaux du professeur Ritter se rattachent à la méthode des poutres croisées, qui permet de ramener le calcul du voile à un problème de statique appliquée concernant les systèmes de poutres. Nous évoquerons deux aspects de la question, le premier d'ordre général, le second traitant un point particulier et important.

Tout d'abord, nous voudrions insister sur la forme élégante et systématique des méthodes de calcul, adaptées tout spécialement aux besoins de l'élaboration numérique. Les équations d'élasticité contiennent pour

les deux systèmes de poutres soit les inconnues de la répartition de la surcharge hydrostatique, soit les moments fléchissants des consoles verticales, ces dernières étant considérées comme poutres sur appuis élastiques, formés par les voûtes horizontales. Dans une thèse qui va paraître prochainement, ces deux méthodes ont été développées par un de ses élèves. En vertu de la propagation des erreurs dans la résolution des systèmes d'équations linéaires, il résulte que chacune des deux méthodes a son domaine d'application bien défini, dépendant du rapport de la hauteur à la largeur des barrages.

Par suite du développement que le professeur Ritter, tout au long de sa carrière, a su donner à la théorie de l'arc encastré élastiquement, il n'y a plus actuellement de difficultés de prendre en compte l'influence de certaines grandeurs, en partie négligées jadis. Nous pensons particulièrement à celle de l'effort tranchant qui ne peut être omise, aux effets de la température, du retrait du béton et à ceux de la sous-pression. Mais il y a plus! Le professeur Ritter a mis en évidence et introduit systématiquement la déformation de la roche dans les calculs des barrages arqués. C'est là le second point que nous désirons mettre en lumière dans ce court aperçu.

En 1921, le professeur Vogt de Trondheim avait publié un mémoire sur le calcul des déformations des fondations, en utilisant les formules de Boussinesq et de Cerrutti. Le mérite d'avoir développé et avant tout adapté ces formules de manière simple et claire au calcul des barrages arqués en revient au professeur Ritter, qui a démontré la grande importance de la déformation de la roche sur la répartition des contraintes et le comportement général de ces barrages.

Deux facteurs mettent en évidence ces nouvelles considérations.

On sait aujourd'hui que la roche prise sur une certaine étendue, est loin d'être une masse rigide. De nombreuses mesures ont montré que son module d'élasticité est plus petit que celui d'un béton de qualité ordinaire. Le rapport des modules d'élasticité du béton à celui de la roche peut varier de 3 pour le granit jusqu'à 20 pour certaines variétés de molasse. Même si ces chiffres ne sont pas toujours très sûrs, leur prise en compte dans les calculs est certainement plus proche de la réalité que l'hypothèse d'une roche indéformable.

D'autre part, si on peut admettre qu'un arc est totalement encastré dans la théorie des ponts, il n'en est plus de même pour les barrages, vu les dimensions des arcs par rapport à leur flèche. Une déformation de la roche, même petite, a une grande influence sur leur comportement, c'est-à-dire sur la répartition des contraintes et sur leur sécurité.

En transposant ces considérations au système croisé des arcs horizontaux et des consoles verticales, on constate immédiatement que la déformation de la roche a pour effet de réduire les moments d'encastrement des arcs ainsi que l'influence de la température. Mais, et c'est ici que toute l'importance de la question apparaît, la déformation de la roche change essentiellement la répartition de la charge hydrostatique sur les deux systèmes croisés. L'encastrement des consoles à la base devenant plus faible et leur déformation par conséquent plus grande, celles-ci se trouveront allégées par rapport aux arcs, surtout dans les parties supérieures! On risque donc, sous l'hypothèse d'une roche rigide, de sous-estimer les sollicitations du système arqué, ce qui peut entraîner de sérieux déboires. C'est là, nous semble-t-il, la conclusion la plus importante à tirer de cette nouvelle conception.

Grâce à la théorie de l'arc encastré élastiquement, il est aisé d'effectuer les calculs complétés par l'introduction de ces nouvelles déformations. La théorie du demi-espace élastique, en particulier les formules de Bousinesq et de Cerrutti, permet de déterminer les déformations spécifiques des appuis dans des conditions très générales. Remarquons que les poutres croisées ne sont plus indépendantes les unes des autres dans le système fondamental, mais se trouvent en connexion aux appuis. Ceci entraîne la dépendance réciproque des grandeurs hyperstatiques des arcs et risque de compliquer la résolution des équations d'élasticité. Grâce à l'amortissement rapide de l'effet des sollicitations locales du demi-espace, il est possible d'appliquer une méthode d'itération qui conduit à la résolution du système d'équation.

Ces brèves remarques suffisent à démontrer la nécessité d'introduire dans le calcul des barrages arqués la déformation de la roche. Le fait de pouvoir, dans les calculs, tenir compte de façon relativement simple de ce phénomène, représente sans aucun doute un des progrès les plus intéressants dans ce domaine.

### Résumé

L'importance de la prise en compte de la déformation de la roche pour le calcul des barrages arqués est mise en évidence. Une méthode de calcul, due au professeur Ritter, qui tient compte de ce fait très important, est sommairement décrite.

### Zusammenfassung

Die Bedeutung der Berücksichtigung der Felsdeformation für die Berechnung der Bogenstaumauern wird hervorgehoben. Eine Methode, die von Prof. Ritter stammt und diese wichtige Tatsache vollauf berücksichtigt, wird kurz beschrieben.

### Summary

The importance of taking into account the rock deformation for the design of arched dams is outlined by the author. A method of design, due to Professor Ritter, considering this fact is briefly described.

Leere Seite  
Blank page  
Page vide