

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 28 (1902)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Note sur le calcul des arcs continus  
**Autor:** Lossier, Henri  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-22836>

### **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:** 16.03.2025

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

trices où viennent aboutir les différentes rues avant de continuer plus loin. Dans ce cas, ce sont les extrémités des rues qui forment l'alignement des façades du boulevard. Les figures 1 et 2 font du reste mieux ressortir l'antagonisme des deux systèmes. La première ressemble à un croquis de place forte et doit être absolument rejetée; l'autre au contraire laisse voir que le chemin est libre vers l'extérieur, que les rues, interrompues pour former

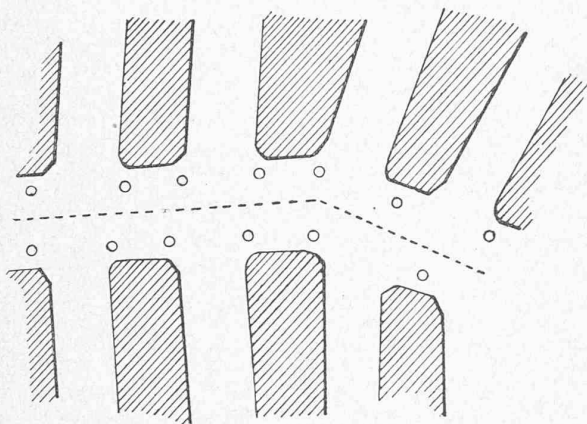


Fig. 2.

le boulevard, continuent plus loin sans aucun obstacle. Il serait, je crois plus facile de citer des exemples du premier système que du second; les deux existent cependant.

(A suivre).

J. PIDOUX.

## Note sur le calcul des arcs continus.

Ayant été chargé de calculer le projet « Fleur de lys » présenté par M. S. de Mollins pour l'exécution du pont Chauderon-Montbenon, je fus amené à faire quelques recherches que j'ai cru bon de publier, pensant qu'elles pourraient être utiles dans la suite pour résoudre des problèmes analogues.

Le type du pont est celui d'un arc continu à 6 travées encastré sur piles élastiques (fig. 1).

La superstructure est en béton armé, système Hennebique, les piles en maçonnerie armée; leur liaison avec les arcs est assurée par de fortes barres d'acier.

Ainsi construit, l'ouvrage est un corps monolithique pour le calcul duquel il convenait d'employer la théorie des déformations élastiques dont l'application aux ponts en maçonnerie devient, comme on le sait, de plus en plus usuelle.

Le calcul exact d'un arc continu ne présente, à vrai dire, pas de grande difficulté théorique.

Le professeur W. Ritter, de Zurich, a résolu ce problème d'une manière simple et élégante, au moyen de l'ellipse d'élasticité.

Mais, si ce calcul exact est d'une grande simplicité quant aux principes mis en jeu, sa résolution conduit à des développements numériques qui exigent beaucoup de temps. C'est pourquoi, le délai qui m'était accordé étant très limité, je fus obligé d'adopter un mode de calcul approximatif reposant, bien entendu, sur des hypothèses défavorables.

Le pont présenté se compose de 6 travées; les 2 travées extrêmes mesurent  $29^m,50$ , les 4 travées centrales  $35^m,50$  d'axe en axe des piles.

Grâce au remplissage des arcs de  $29^m,50$  avec du béton maigre, leur poussée fut rendue, pour le poids propre, à peu près égale à celle des arcs de  $35^m,50$ .

Pour le poids propre, chaque travée fut donc calculée comme un arc encastré sur appuis fixes.

Le calcul des efforts dus à la charge accidentelle était une question beaucoup plus délicate. Les appuis étant élastiques, le calcul de chaque travée comme arc encastré ne présentait pas la sécurité désirable; car, comme chacun le sait, le plus petit déplacement des extrémités peut produire, à la clef et aux naissances, des efforts considérables.

Pour nous placer dans des conditions éminemment défavorables, nous avons supposé que les appuis des arcs ne pouvaient résister à aucune poussée horizontale; le calcul des efforts dus à la charge accidentelle fut donc effectué en considérant l'ouvrage comme une poutre continue à section variable encastrée sur piles élastiques.

Dans le cours du calcul il fut démontré que l'élasticité des piles à la torsion pouvait être négligée sans commettre d'erreur appréciable, ce qui simplifia notablement l'opération.

Restait encore le calcul des piles dont l'exposition et la discussion sont, à vrai dire, le but du présent article.

Dans les ponts en pierre ou en maçonnerie non armée, on a l'habitude d'attribuer à la pile seule la différence des poussées des voûtes adjacentes, sans tenir compte de la résistance qu'oppose au renversement de la pile, et cela indépendamment de la poussée constante qu'elle exerce, la voûte la moins chargée.

Ce mode de calcul, vraisemblablement pessimiste, a l'avantage de donner aux appuis de chaque voûte une rigidité dont l'importance ne saurait être mise en doute.

Dans le calcul de l'ouvrage monolithique qui nous occupe, dans lequel les arcs sont encastrés sur les piles, il était exagéré de faire une hypothèse aussi défavorable. Nous nous sommes bornés à faire supporter aux piles la charge verticale due au poids propre; quant à la charge accidentelle, nous avons admis que les piles devaient résister au moment d'encastrément d'une travée chargée.

En supposant, suivant l'usage, que les têtes des piles ne se déplacent pas horizontalement et que la section des piles est constante, la poussée horizontale, passant au tiers

— Note sur le Calcul des arcs continus —

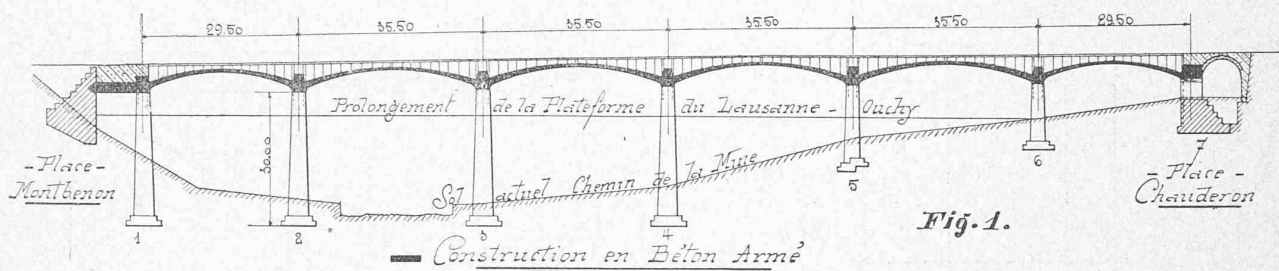


Fig. 1.

Rapport de réduction = 3000

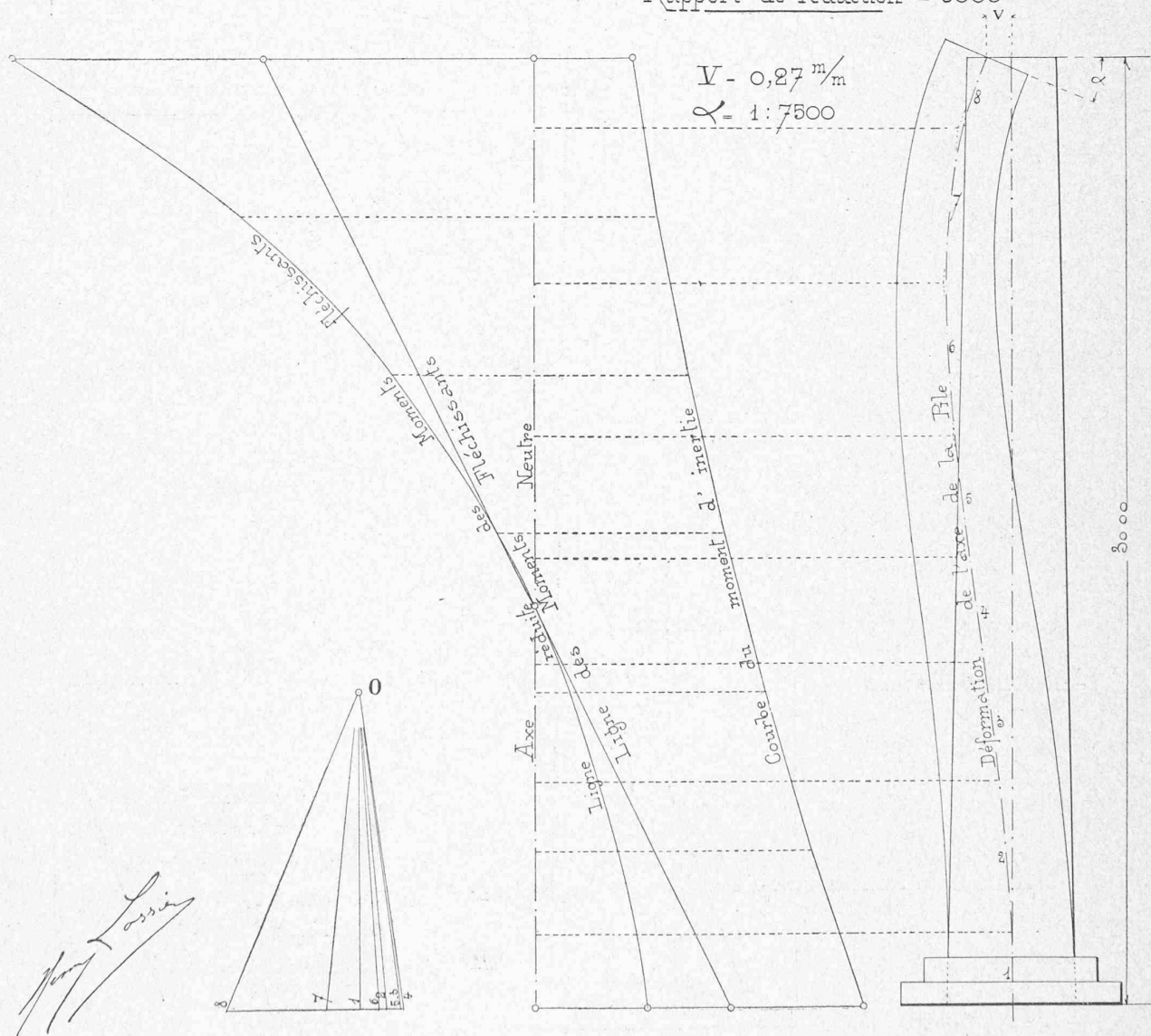


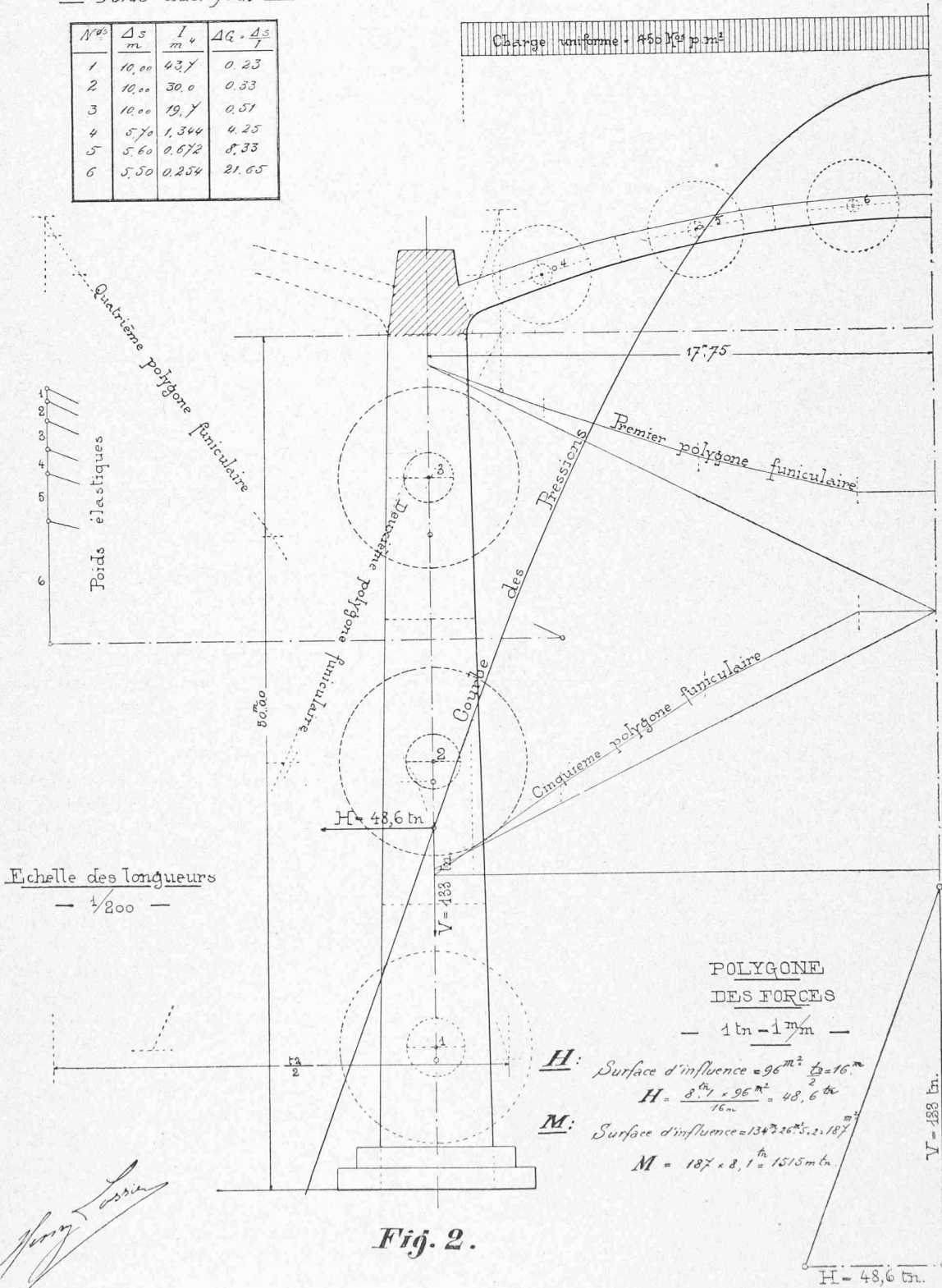
Fig. 3.

Fig. 3. Voir suite au prochain numéro.

# Note sur le Calcul des arcs continus

## Poids élastiques

N <sup>os</sup>	$\Delta s$ m	$I$ m <sup>4</sup>	$\Delta Q \cdot \frac{\Delta s}{I}$
1	10,00	43,7	0,23
2	10,00	30,0	0,33
3	10,00	19,7	0,51
4	5,70	1,344	4,25
5	5,60	0,672	8,33
6	5,50	0,254	21,65





inférieur de ces dernières, est donnée approximativement par la formule

$$H = \frac{Mf}{\frac{2}{3}h.}$$

$Mf$  = Moment fléchissant.

$h$  = hauteur de la pile.

Ce mode de calcul peut paraître arbitraire et les hypothèses sur lesquelles il repose peuvent être discutées.

Mon intention n'est pas de chercher à légitimer ces hypothèses, mais de démontrer, par un calcul défavorable, que les dimensions auxquelles elles m'ont conduit présentent toute sécurité.

Supposons qu'une force verticale agisse sur une travée quelconque. Les poussées de l'arc seront annulées par celles des arcs adjacents. Si nous supprimons ces arcs latéraux, les piles devront résister seules à la poussée de l'arc chargé et subiront, de ce fait, des efforts supérieurs à ceux qui leur sont infligés en réalité.

Dans l'épure (fig. 2) nous avons considéré un arc de 35<sup>m</sup>,50 encastré sur deux piles de 30 mètres de hauteur. La liaison de l'arc et des piles étant assurée par une armature spéciale, nous avons envisagé l'ensemble de ces trois corps comme un arc élastique encastré en ses extrémités, c'est-à-dire sur le sol des fondations, et nous avons déterminé la poussée relative à une charge de 450 kg. par m<sup>2</sup> répartie sur toute la travée.

Le calcul a été effectué par la méthode graphique du professeur W. Ritter qui consiste à combiner, par des polygones funiculaires, les poids élastiques des différents tronçons; ceux-ci sont au nombre de 12, dont 3 pour chaque pile et 3 pour chaque demi-arc.

La résultante des forces agissant sur les piles coupe l'axe de ces dernières à 12<sup>m</sup>,70 au-dessus du sol de la

fondation; sa composante verticale est égale à 133 tn., sa composante horizontale à 48,6 tn.

La table comparative qui précède montre les divergences qui existent entre mon premier calcul et le second pour la pile N° 2.

Les efforts qui y sont indiqués sont dus au poids propre, à une charge accidentelle de 450 kg. par m<sup>2</sup> répartie sur la travée de droite et à une variation de température de  $\pm 12^{\circ},5$  C.

Il est à remarquer, en ce qui concerne tout spécialement cette pile N° 2, que nous lui avons aussi attribué les différences de poussée des arcs de 29<sup>m</sup>,50 et 35<sup>m</sup>,50 dues au poids propre et à la température. En réalité, et comme le calcul exact le montrerait sans aucun doute, ces poussées se répartissent sur toute la longueur du pont.

Comme on le voit, les efforts accusés par notre deuxième calcul diffèrent peu de ceux obtenus dans le premier calcul et sont inférieurs aux efforts de sécurité imposés.

(A suivre).

HENRY LOSSIER, ingénieur civil.

## Divers.

### Compagnie vaudoise des Forces motrices des lacs de Joux et de l'Orbe.

Nous pensons intéresser nos lecteurs en leur donnant quelques détails sur la Compagnie vaudoise des Forces motrices des lacs de Joux et de l'Orbe, qui met actuellement au concours le matériel de son usine hydro-électrique.

Cette Compagnie a été constituée le 26 septembre 1901 en Société par actions, au capital de deux millions de francs, dont cinq cent mille francs sont souscrits par l'Etat de Vaud; son siège est à Lausanne; le capital-obligations prévu est de deux millions de francs dont l'intérêt 4% est garanti par l'Etat de Vaud.

La Compagnie a pour but :

- 1° De régulariser le niveau des lacs de la Vallée de Joux.
- 2° D'utiliser les forces motrices des lacs de la Vallée de Joux, de l'Orbe et de ses affluents.
- 3° D'utiliser et de distribuer l'énergie ainsi obtenue pour tous usages, soit électriquement, soit par tout autre procédé.

La question de la régularisation des eaux du lac de Joux préoccupe depuis longtemps les populations intéressées et les autorités.

Les crues subites des rivières et sources alimentant le lac sont une menace constante pour les contrées riveraines; l'amplitude maximum des variations a en effet atteint, d'après les relevés limnimétriques, le chiffre de 6<sup>m</sup>,10.

Ce n'est toutefois que ces dernières années, depuis que le problème de l'utilisation des forces hydrauliques pour le transport et la distribution de l'énergie électrique a été résolu, que la question a pu être étudiée à nouveau et que l'entreprise a été mise sur pied.

L'étude très complète que fit à ce sujet M. A. Palaz, ingénieur, en 1898, permit au Conseil d'Etat du canton de Vaud de reprendre ce problème et de présenter au Grand Conseil, dans sa session du printemps 1901, un projet de décret instituant la

Table comparative.

PILE N° 2. Hauteur = 30 mètres.	Premier calcul.	Deuxième calcul.
<i>Efforts dus à une charge uniforme de 450 kg. par m<sup>2</sup>, répartie sur la travée de droite.</i>		
Composante horizontale H de la réaction . . . . .	54,2 tonnes	48,6 tonnes
Hauteur de H au-dessus du sol de la fondation . . . . .	10,10 m.	12,70 m.
Moment fléchissant sur le sol de la fondation . . . . .	547 m. tn.	617 m. tn.
Moment fléchissant sur la plaque de la fondation . . . . .	466 m. tn.	544 m. tn.
Moment fléchissant sur la tête de la pile . . . . .	1100 m. tn.	841 m. tn.
<i>Efforts totaux.</i>		
Pression maximum sur le sol (sécurité = 10 kg : cm <sup>2</sup> ) . . . . .	7,7 kg : cm <sup>2</sup> .	7,9 kg : cm <sup>2</sup> .
Pression sur la plaque de la fondation (sécurité = 30 kg : cm <sup>2</sup> ) . . . . .	24,0 kg : cm <sup>2</sup>	27,0 kg : cm <sup>2</sup>
Pression sur la tête de la pile (sécurité = 30 kg : cm <sup>2</sup> ) . . . . .	20,6 kg : cm <sup>2</sup>	18,3 kg : cm <sup>2</sup>