

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 59 (1933)  
**Heft:** 20

**Artikel:** Calcul statique de cadres rectangulaires rigides à angles arrondis sous pression uniforme  
**Autor:** Trüb  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-45677>

### **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:** 15.03.2025

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

# BULLETIN TECHNIQUE

Rédaction : H. DEMIERRE et  
J. PEITREQUIN, ingénieurs.

## DE LA SUISSE ROMANDE

Paraissant tous les 15 jours

ORGANE DE PUBLICATION DE LA COMMISSION CENTRALE POUR LA NAVIGATION DU RHIN

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

SOMMAIRE : Calcul statique de cadres rectangulaires rigides à angles arrondis sous pression uniforme, par M. TRÜB, ingénieur. — Les « Trains-Radio » de la Société Nationale des Chemins de fer belges, par I. KATEL, ingénieur civil. — CHRONIQUE : Les industriels vaudois et l'Ecole d'Ingénieurs de Lausanne. — Un procédé inédit de lancement de caissons en béton armé. — La question du rail et de la route en France et dans les principaux pays étrangers. — SOCIÉTÉS : Société suisse des ingénieurs et des architectes. — BIBLIOGRAPHIE.

## Calcul statique

### de cadres rectangulaires rigides à angles arrondis sous pression uniforme

par M. TRÜB,

ingénieur aux Ateliers de Constructions Mécaniques de Vevey.

*Introduction.* Le calcul des cadres à angles vifs est connu depuis assez longtemps, tandis que l'influence de l'arrondissement des angles n'a jusqu'ici pas été l'objet d'une étude généralisée. Néanmoins le cas des angles arrondis se présente très fréquemment, ce qui a incité l'auteur à l'approfondir. Voici le résultat de ses études, qui permettra de choisir facilement la forme la plus rationnelle de réservoirs à haute pression et en comparant le volume utile circonscrit avec le poids et le prix de la construction. L'application de ce système de calcul à d'autres constructions polygonales à angles arrondis, ne présente pas de sérieuses difficultés.

*Bases du calcul.* Il est prévu un cadre absolument rigide, c'est-à-dire que l'influence des déformations a été négligée.

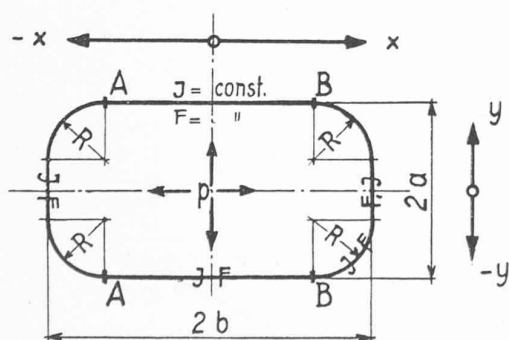


Fig. 1.

$M$  = Moment fléchissant positif, si la tension correspondante dans la fibre extérieure est positive (traction) (en cmto). —  $N$  = Effort axial (en tonnes). —  $Q$  = Effort transversal (en tonnes). —  $J$  = Moment d'inertie constant (en cm<sup>4</sup>). —  $F$  = Section constante (en cm<sup>2</sup>). —  $p$  = Pression uniforme (en tonnes/cm). —  $2a, 2b, R$  = dimensions du cadre, mesurées sur l'axe neutre (en cm). —  $R_1, R_2$  = résultantes des efforts dans une section (en tonnes). —  $X, Y$  = coordonnées (en cm). —  $\tau_{01}, \tau_{02}$  = angles de déformation. —  $A_{10}, A_{20}$  = réactions d'appui des surfaces des moments fléchissants (en toncm<sup>2</sup>).

*Système de base.* Nous nous représentons le cas où les sections indiquées par  $A$  et  $B$  sont articulées et calculons, en premier lieu, ce système statique simple, formé de deux paires de poutres sur deux appuis. La condition de continuité appliquée à ces sections nous fournit ensuite les moments d'encastrement réciproques à ajouter au système de base.

*Calcul du système de base.*

a) Portée  $A-B$ .

- 1)  $A_{1,0} = J.E.\tau_{1,0}^1 = \frac{p}{3}(b-R)^3$
- 2)  $N_{o(x < b-R, y=a)} = a.p$
- 3)  $Q_{o(x < b-R, y=a)} = x.p$
- 4)  $M_{o(x < b-R, y=a)} = \frac{p}{2}[(b-R)^2 - x^2]$ .

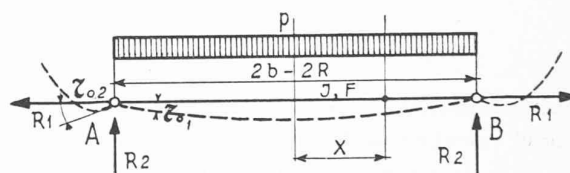


Fig. 2.

b) Portée  $A-A$  et  $B-B$ .

Dans la section  $[x > (b-R), y > (a-R)]$  on a :

- 5)  $N_{o(x,y)} = p[b-R(1-\sin\varphi)]\sin\varphi + p[a-R(1-\cos\varphi)]\cos\varphi$ ;
- 6)  $Q_{o(x,y)} = p[b-R(1-\sin\varphi)]\cos\varphi - p[a-R(1-\cos\varphi)]\sin\varphi$ ;
- 7)  $M_{o(x,y)} = p[aR(1-\cos\varphi) - (b-R)R\sin\varphi - R^2(1-\cos\varphi)]$ ;

dans la section  $[x = b, y < (a-R)]$  :

- 8)  $N_o = bp$
- 9)  $Q_o = yp$
- 10)  $M_o = p\left[\frac{a^2}{2} + \frac{R^2}{2} - bR - \frac{y^2}{2}\right]$

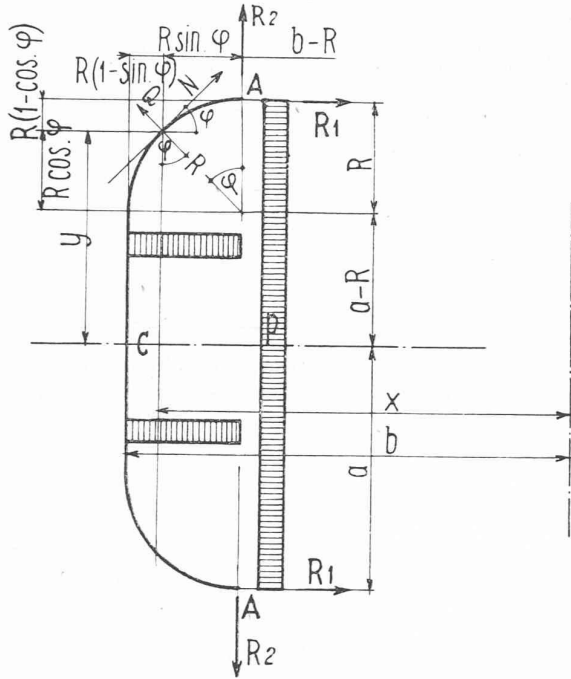


Fig. 3.

$$11) \quad A_{2,0} = J \cdot E \cdot \tau_{2,0} = \int_A^c M_{o(x,y)} \cdot ds = p \left[ \frac{a^3}{3} + 0,5708 a R^2 - abR + 0,0962 R^3 \right]$$

Calcul du moment  $M_A$ .

La déformation angulaire totale dans la section A, multipliée par  $E \times J$  est :

$$12) \quad A_o = p \left[ \frac{a^3}{3} + 0,5708 a R^2 - abR + \frac{b^3}{3} - b^2 R + b R^2 - 0,2375 R^3 \right]$$

Nous abandonnons pour un moment ce système de charge et calculons la déformation angulaire totale mutuelle dans la section A pour le cas où la seule surcharge est un moment  $M_A = 1$  agissant dans toutes les quatre sections A, A, B, B. Cette déformation multipliée par  $E \times J$  est donné par la formule

$$13) \quad A_{11} = \frac{U}{4} = b + a - 0,43 R$$

Le moment A est obtenu définitivement par la formule principale

$$14) \quad M_A = - \frac{A_o}{A_{11}} = - p \frac{\frac{a^3}{3} + 0,57 a R^2 - abR + \frac{b^3}{3} - b^2 R + b R^2 - 0,238 R^3}{b + a - 0,43 R}$$

*Moments définitifs.* Les moments définitifs pour une section quelconque s'obtiennent en additionnant les moments  $M_o$  du système de base avec le moment  $M_A$  et sont donnés par les formules suivantes :

I.  $x < (b - R), y = a$  :

$$M = p \left[ \frac{-0,667 a^3 - 0,142 a R^2 + ab^2 - ax^2 + 0,33 b^3 - 0,43 b^2 R - 0,14 b R^2 - bx^2 + 0,046 R^3 + 0,43 R x^2}{2(b + a - 0,43 R)} \right]$$

II.  $x = b, y < (a - R)$  :

$$M = p \left[ \frac{-0,667 b^3 - 0,142 b R^2 + ba^2 - by^2 + 0,333 a^3 - 0,43 a^2 R - 0,142 a R^2 - ay^2 + 0,046 R^3 + 0,43 R y^2}{2(b + a - 0,43 R)} \right]$$

III.  $x > (b - R), y > (a - R)$  :

$$M = p \left[ \frac{-0,33 a^3 + x^2 R(1 - \cos \varphi) - a R^2(2 - \sin \varphi - 1,43 \cos \varphi) + abR(2 - \sin \varphi - \cos \varphi) - b R^2(2 - 1,43 \sin \varphi - \cos \varphi) + b^2 R(1 - \sin \varphi) - 0,33 b^3 + R^3(0,66 - 0,43 \sin \varphi - 0,43 \cos \varphi)}{b + a - 0,43 R} \right]$$

Les valeurs maximum des moments fléchissants. Dans les parties droites, le moment maximum se trouve au milieu : par

$x = 0$

$$M_{b,max.} = p \left[ \frac{-0,667 a^3 - 0,142 a R^2 + ab^2 + 333 b^3 - 43 b^2 R - 0,14 b R^2 + 0,046 R^3}{2(b + a - 0,43 R)} \right]$$

$y = 0$

$$M_{a,max.} = p \left[ \frac{-0,667 b^3 - 0,142 b R^2 + ba^2 + 0,33 a^3 - 0,43 a^2 R - 0,14 a R^2 + 0,046 R^3}{2(b + a - 0,43 R)} \right]$$

Dans l'arrondi le maximum est obtenu en égalant à zéro la dérivée première de  $M$  et le moment atteint son maximum dans la section où

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{b^2 - 1,43 b R + ab - a R + 0,43 R^2}{a^2 - 1,43 a R + ab - b R + 0,43 R^2}$$

Les efforts longitudinaux  $N$  et transversaux  $Q$  restent les mêmes que ceux du système de base.

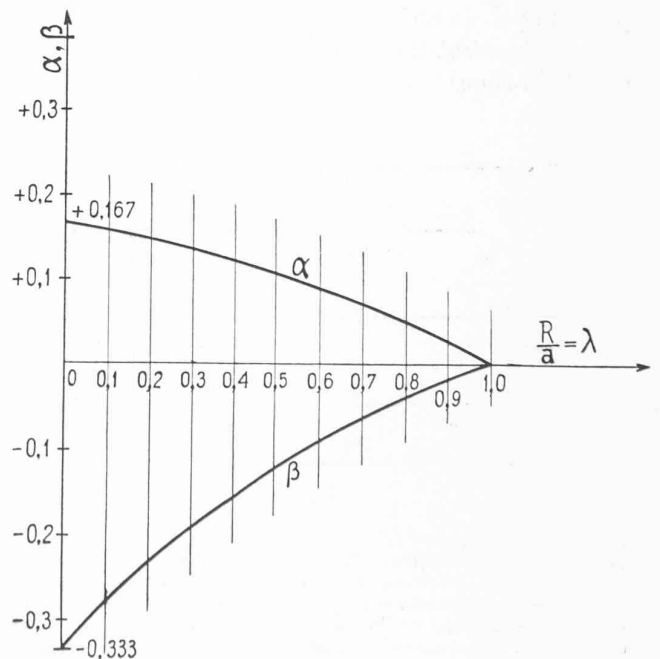


Fig. 4.

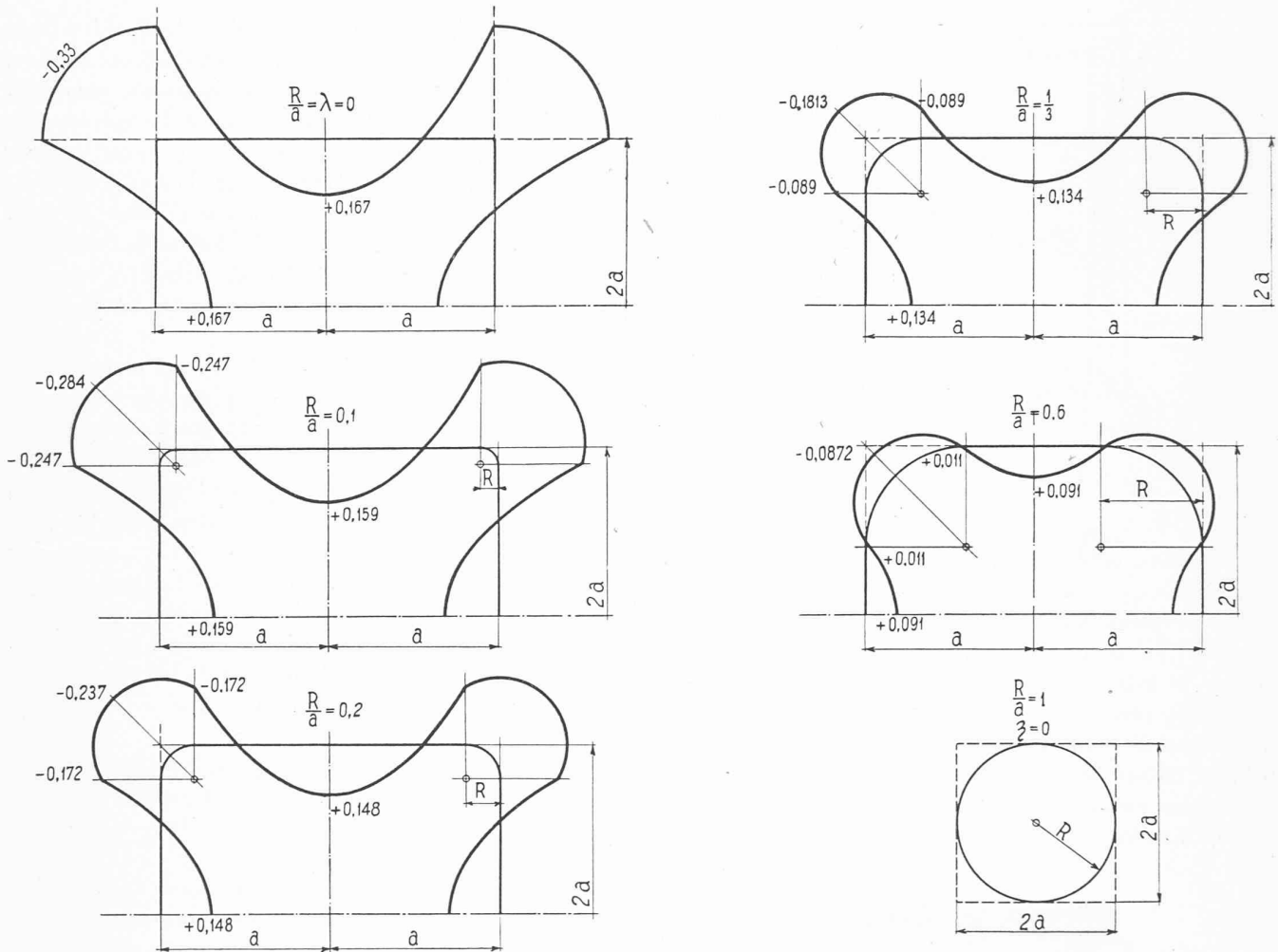


Fig. 5.

Cas particuliers.

$b = a$

$x < a - R$ :

$$M = \frac{p}{2(2a - 0,43R)} \left[ 0,667 a^3 - 0,43 a^2 R - 0,28 a R^2 + 0,046 R^3 - x^2 (2a - 0,43 R) \right]$$

$x > a - R$ :

$$M = \frac{p}{2a - 0,43R} \left[ -0,667 a^3 + a^2 R (4 - 2 \cos \varphi - 2 \sin \varphi) - a R^2 (4 - 2,43 \sin \varphi - 2,43 \cos \varphi) + R^3 (0,67 - 0,43 \sin \varphi - 0,43 \cos \varphi) \right]$$

$$M_{max. pos.} = \frac{p}{2(2a - 0,43R)} \left[ 0,667 a^3 - 0,43 a^2 R - 0,28 a R^2 + 0,046 R^3 \right]$$

Le moment maximum dans l'arrondi se présente dans la section où  $\varphi = \frac{\pi}{4}$

$$M_{max. nég.} = \frac{p}{2a - 0,43R} \left[ -0,67 a^3 + 4 a^2 R - 4 a R^2 + 0,67 R^3 \right]$$

Nous posons :  $\lambda = \frac{R}{a}$  et obtenons

$M_{max. pos.} = \alpha p a^2$

$M_{max. nég.} = \beta p a^2$

Les valeurs  $\alpha$  et  $\beta$  ont été calculées et sont données dans la figure 4.

Dans la figure 5 nous avons représenté les moments fléchissants pour un rayon de l'arrondi variant de 0 à a.

## Les "Trains-Radio"

de la

Société Nationale des Chemins de fer belges

par I. KATEL, Ingénieur civil.

Grâce à l'initiative de M. Deprez, inspecteur en chef, la Société Nationale des Chemins de fer belges a mis en service sur le réseau ferroviaire belge, des trains de 500 places, appelés «Trains surprises radio», qui sont munis de dispositifs permettant la diffusion de la parole ou de la musique produite par des disques ou par un poste récepteur de T. S. F.

Le but de l'entreprise était de distraire ou d'instruire dans les cas de voyages scolaires, les voyageurs ayant pris place dans les voitures.

Le premier d'une série de quatre trains fut inauguré au mois d'avril passé et connut un gros succès.

Bien que plusieurs essais aient été faits dans d'autres pays, les résultats acquis n'ont été, à notre connaissance, ni concluants ni suffisants, le problème posé étant d'ailleurs des plus difficiles à résoudre au point de vue acoustique.