Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 30 (1904)

Heft: 8

Artikel: Abaque pour le calcul des murs réservoirs, des murs déversoirs et des murs réservoirs surmontés de vannes

Autor: Maurice, L.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-24123

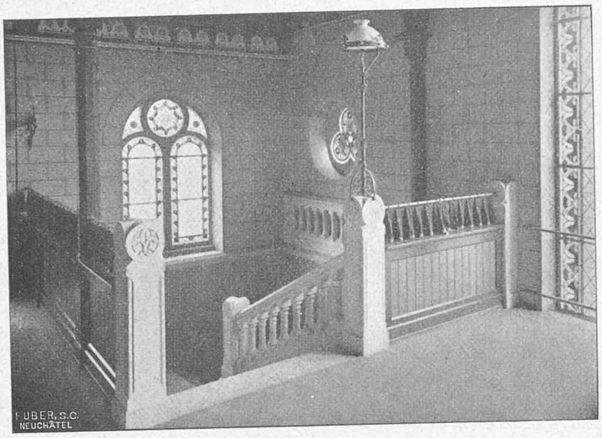


Fig. 14. — Débouché de l'escalier sur les galeries.

A. *Construction du bâtiment.*

Terrassements et maçonnerie	Fr.	67 930.35
Pierre de taille.	»	60 069.65
Sculpture	»	1 700.—
Constructions en fer ou fonte.	»	7 828.60
Charpente	»	18 951.80
Ferblanterie	»	2 344.—
Couverture en ardoises . .	»	2 274.—
Gypserie	»	3 042.45
Serrurerie	»	6 559.05
Appareillage pour l'eau et le gaz	»	5 467.50
Chauffage central	»	6 549.50
Menuiserie et vitrerie, y compris les vitraux. . . .	»	10 132.30
Quincaillerie et sonnerie électrique	»	919.70
Corticine, parquets, dallages	»	4 612.55
Peinture, décorative et ordinaire.	»	5 182.80
Divers, soit papiers peints, combustible, nettoyage, etc.	»	755.75
Au total	Fr.	204 320.—

B. *Travaux aux abords du bâtiment.*

Terrassements, maçonnerie, taille, pavage et serrurerie, au total . . . . . Fr. 6 250.—

Les travaux de plantation ont été exécutés par la ville.

C. *Travaux d'ameublement,*

y compris les orgues (Fr. 10,000) et la chaire » 20 758.—

D. *Frais généraux*

de tous genres et direction des travaux . » 18 650.—

E. *Achat du terrain*

et indemnité à la ville pour transfert d'installations, jardinage, etc. . . » 28 000.—

Total général Fr. 277 978.—

Le mètre carré de surface bâtie revient à Fr. 472 environ, le mètre cube de la construction à Fr. 29.

Zurich, en mars 1904.

Abaque pour le calcul des murs réservoirs, des murs déversoirs et des murs réservoirs surmontés de vannes,

par M. L. MAURICE, ingénieur.

(Planche 11).

L'abaque que nous reproduisons ici a pour objet la détermination des dimensions des murs soumis à la pression de l'eau, dont le calcul nécessite généralement d'assez longs tâtonnements sans amener à coup sûr à la solution la plus économique.

Nous croyons que la publication de cette abaque peut présenter quelque intérêt pour les ingénieurs hydrauliciens, car elle permet d'obtenir avec une exactitude suffisante la section minimum d'un mur réservoir ou déversoir de hauteur moyenne.

Dans les calculs qui suivent, nous n'envisageons que les murs à parement intérieur vertical ne dépassant pas dix mètres de hauteur.

Nous admettons comme poids spécifique de la maçonnerie 2,3 kg.

Conditions de stabilité.

Nous posons comme conditions :

a) Que la maçonnerie n'ait à supporter aucun effort de traction, c'est-à-dire que la résultante du poids de la maçonnerie et de la poussée de l'eau ne sorte pas du tiers moyen de la base du mur.

b) Que le coefficient de frottement ne dépasse pas 0,70.

c) Que la pression par centimètre carré n'excède pas 6 kg.

Cette dernière condition n'entre pas en ligne de compte dans nos calculs, car, dans les limites de l'abaque, elle se trouve remplie du moment que les deux premières le sont.

Soient :

x l'épaisseur du mur à la crête,
y l'épaisseur du mur à la base,
H la hauteur du mur,
h la hauteur de l'eau,
γ le poids spécifique de la maçonnerie ($=$ 2,3 kg.),
P la résultante du poids de la maçonnerie,
Q la résultante de la poussée de l'eau,
$\varphi = \dfrac{1}{\operatorname{tg} \alpha} = 0{,}70$, le coefficient de frottement maximum admis,
α l'angle de la résultante des pressions avec la base du mur.

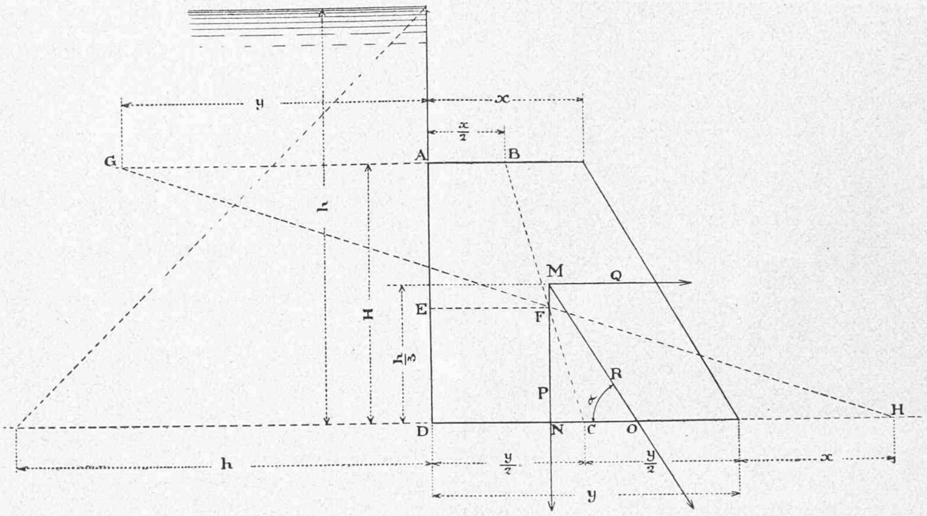


Fig. 1.

1. — Conditions de stabilité du mur réservoir.

a) *Condition de stabilité contre le renversement* (fig. 1).

Nous avons :

$$P = \frac{H}{2} \cdot \gamma \cdot (x + y)$$

$$Q = {}^1/_2\, h^2.$$

Or :

$$NO : MN = Q : P, \text{ d'où} : NO = \frac{MN \cdot Q}{P},$$

c'est-à-dire :

$$NO = \frac{\frac{h}{3} \cdot \frac{h^2}{2}}{\frac{H}{2} \cdot \gamma\,(x + y)} = \frac{h^3}{3\,H\gamma\,(x + y)}.$$

Du trapèze $ABCD$ nous tirons la proportion :

$$EF - \frac{x}{2} : \frac{y}{2} - \frac{x}{2} = EA : H.$$

Considérant les triangles BFG, CFH opposés au sommet, nous avons :

$$EA = H \cdot \frac{x + 2y}{3x + 3y},$$

valeur que nous substituons dans l'égalité précédente, d'où :

$$EF = \frac{y^2 + xy + x^2}{3\,(x + y)}.$$

Nous posons : $EF + NO = {}^2/_3\, y$, c'est-à-dire :

$$\frac{y^2 + xy + x^2}{3\,(x + y)} + \frac{h^3}{3H\gamma\,(x + y)} = {}^2/_3\, y.$$

Equation qui peut s'écrire sous la forme :

(1) $$0{,}43\,\frac{h^3}{H} = y^2 + xy - x^2.$$

Les deux membres de cette équation correspondent aux systèmes Nos I et II de l'abaque (pl. 11). — Dans le système No II on aura y minimum pour $x = {}^1/_2\, y$.

b) *Condition de résistance au glissement.*

Il faut avoir : $\frac{P}{Q} \geqq \operatorname{tg} \alpha$; or nous avons admis :

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{0{,}70} = 1{,}43$$

d'où :

$$(x + y)\,\frac{H}{2}\,\gamma \geqq \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{h^2}{2},$$

c'est-à-dire :

(2) $$(x + y) \geqq 0{,}62\,\frac{h^2}{H}.$$

Le second membre de cette équation correspond au système de courbes No III de l'abaque et donne pour chaque valeur de h et H la valeur minimum de $(x + y)$, somme des bases du mur.

1re remarque.

Si, dans les équations (1) et (2), nous faisons $x = o$, nous tirons de (1) :

$$y = \sqrt{0{,}43\,\frac{h^3}{H}}$$

et de (2) :

$$y = 0{,}62\,\frac{h^2}{H};$$

égalant ces deux valeurs :

$$\sqrt{0{,}43\,\frac{h^3}{H}} = 0{,}62\,\frac{h^2}{H},$$

c'est-à-dire :

(3) $$h = 1{,}1247\,H.$$

Cette équation est celle d'une droite passant par l'origine des h et H, et partageant l'abaque en deux parties :

La partie supérieure pour $h > 1{,}1247\,H$.

La partie inférieure pour $h < 1{,}1247\,H$.

Pour toutes les valeurs de h et H telles que l'on ait $h \leqq 1{,}1247\,H$, c'est-à-dire pour la partie inférieure de l'abaque, la condition de résistance au glissement est remplie, du moment que les valeurs de x et y satisfont à l'équation (1). (Systèmes Nos I et II).

Les courbes du système No III sont donc inutiles pour la partie inférieure de l'abaque.

La section minimum du mur est déterminée par les systèmes Nos I et II.

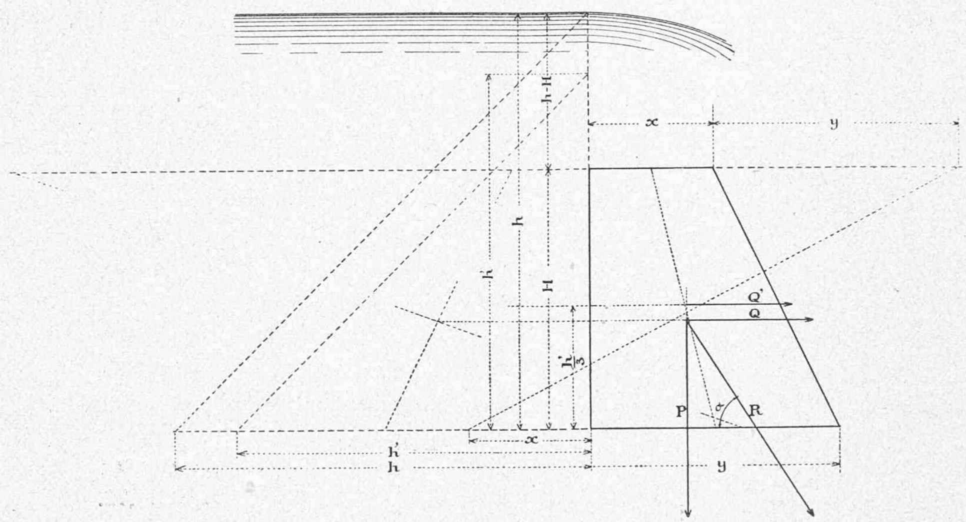


Fig. 2.

Pour $x = o$, on a la section minimum du mur (section triangulaire),

Pour toutes les valeurs de h et H telles que l'on ait $h > 1{,}1247\ H$ (partie supérieure de l'abaque), on trouve pour $x + y$ une certaine valeur déterminée par le système N° III, c'est-à-dire que la somme des bases du mur ne doit pas être inférieure à cette valeur pour que la condition de résistance au glissement soit remplie.

Les systèmes N°s I et II permettent de déterminer quel doit être le rapport entre les bases du mur pour que la condition de résistance au renversement soit remplie.

La section minimum du mur est donc déterminée par ces trois systèmes. Elle sera toujours un trapèze.

2me remarque.

On peut voir par ce qui précède que le cas du mur déversoir surmonté de vannes est résolu par les systèmes N°s I, II et III de notre abaque.

2. — Conditions de stabilité du mur déversoir.

Examinons le cas où la hauteur de retenue est inférieure à la hauteur de l'eau, c'est-à-dire le cas où l'eau déverse par dessus le mur (fig. 2).

a) *Condition de résistance au renversement.*

La résultante de la poussée de l'eau Q peut s'exprimer par la différence de deux triangles et aura pour valeur :

$$Q = \frac{h^2}{2} - \frac{(h - H)^2}{2}.$$

Cherchons une hauteur d'eau h' telle que la poussée $Q' = \frac{h'^2}{2}$ qui en résulte donne, par rapport à la base du mur, le même moment de renversement que la poussée Q.

Egalant les moments de renversement, nous aurons :

$$\frac{h'}{2} \cdot \frac{h'}{3} = \left(\frac{h^2}{2} \cdot \frac{h}{3}\right) - \left[\frac{(h - H)^2}{2} \cdot \left(H + \frac{h - H}{3}\right)\right].$$

De cette équation nous tirons :

(4) $$h' = H \sqrt[3]{3\,\frac{h}{H} - 2}\,.$$

A chaque valeur de h et H correspond une valeur de h' donnée par le système de courbes N° IV de l'abaque.

Substituant cette valeur de h' à la valeur donnée h, nous obtiendrons, au moyen des systèmes N° I et II de l'abaque, les différentes valeurs de x et y, pour lesquelles la condition de résistance au renversement se trouve remplie.

b) *Condition de résistance au glissement* (fig. 2).

Il nous faut encore déterminer la valeur de $x + y$, de telle façon que nous ayons $\varphi \leqq 0{,}70$.

Il nous faut poser pour cela : $P \geqq Q \operatorname{tg} \alpha$, c'est-à-dire :

$$\tfrac{1}{2}\,(x + y)\,H \cdot \gamma \geqq \left(\frac{h^2}{2} - \frac{(h - H)^2}{2}\right) \operatorname{tg} \alpha,$$

d'où, en remplaçant γ et $\operatorname{tg} \alpha$ par leurs valeurs numériques :

(5) $$x + y \geqq 0{,}62\,(2h - H).$$

Le second membre de cette équation est représenté par un système de droites parallèles (N° V de l'abaque) qui donne la valeur minimum de $x + y$ (Section minimum du mur).

Le cas du mur déversoir est ainsi résolu par les systèmes N°s I, II, IV et V de l'abaque.

Exemple 1. — Mur réservoir (fig. 3).

Données :

$$h = 4^{m},65;$$
$$H = 6^{m},20.$$

Systèmes I et II.

Ces valeurs correspondent à la courbe 7 du système I.

La courbe 7 du système II nous donnera pour chaque valeur de x la valeur correspondante de y. Admettant comme minimum de x, $x = 0^{m},50$, nous avons les trois solutions principales suivantes :

1. — Cube minimum :

$$x = 0^{m},50;$$
$$y = 2^{m},44.$$

2. — Base minimum :

$$x = 1^m,18;$$
$$y = 2^m,36.$$

3. — Mur vertical :

$$x = 2^m,64;$$
$$y = 2^m,64.$$

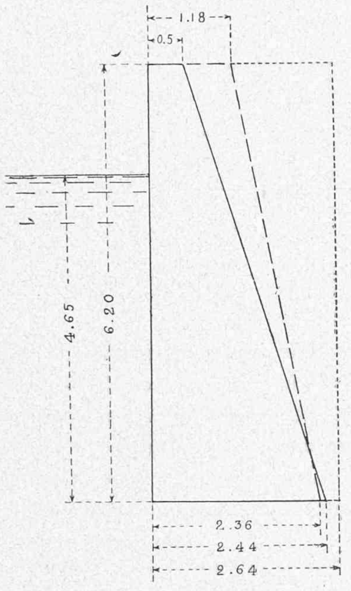


Fig. 3.

Exemple 2. — Mur réservoir surmonté de vannes (fig. 4).

Données :

$$h = 6^m,00;$$
$$H = 3^m,72.$$

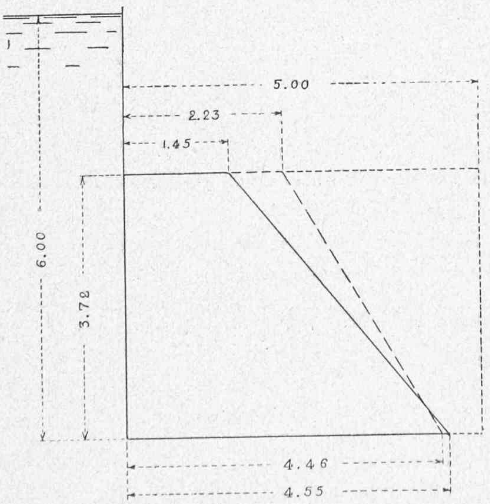


Fig. 4.

Systèmes I, II, III.

Ces valeurs correspondent à la courbe 25 du système I et à la courbe 6 du système III, ce qui signifie que nous pouvons choisir n'importe quelles valeurs de x et y données par la courbe 25 du système II, à condition que la somme $x + y$ ne soit pas inférieure à 6.

Nous en déduisons les trois solutions principales suivantes :

1. — Cube minimum :

$$x = 1^m,45;$$
$$y = 4^m,55.$$

2. — Base minimum :

$$x = 2^m,23;$$
$$y = 4^m,46.$$

3. — Mur vertical :

$$x = 5^m,00;$$
$$y = 5^m,00.$$

Exemple 3. — Mur déversoir (fig. 5).

Données :

$$h = 6^m,00;$$
$$H = 3^m,72.$$

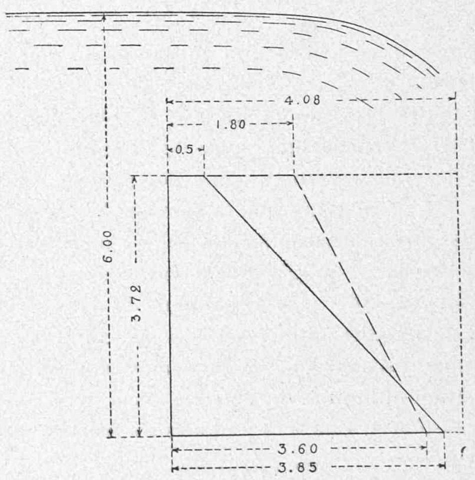


Fig. 5.

Systèmes I, II, IV et V.

Ces données déterminent la valeur de $h' = 5^m,25$ (système IV), que nous substituons à la valeur de h. Les valeurs de h' et de H correspondent à un point de la courbe 16,5 du système I, en même temps qu'à un point de la droite 4,20 du système V, ce qui signifie que nous pouvons choisir n'importe quelles valeurs de x et y correspondant aux points de la courbe 16,5 du système II, à condition que la somme $x + y$ ne soit pas inférieure à $4^m,20$.

Admettant comme minimum de x la valeur $0^m,50$, nous avons les trois solutions principales suivantes :

1. — Cube minimum :

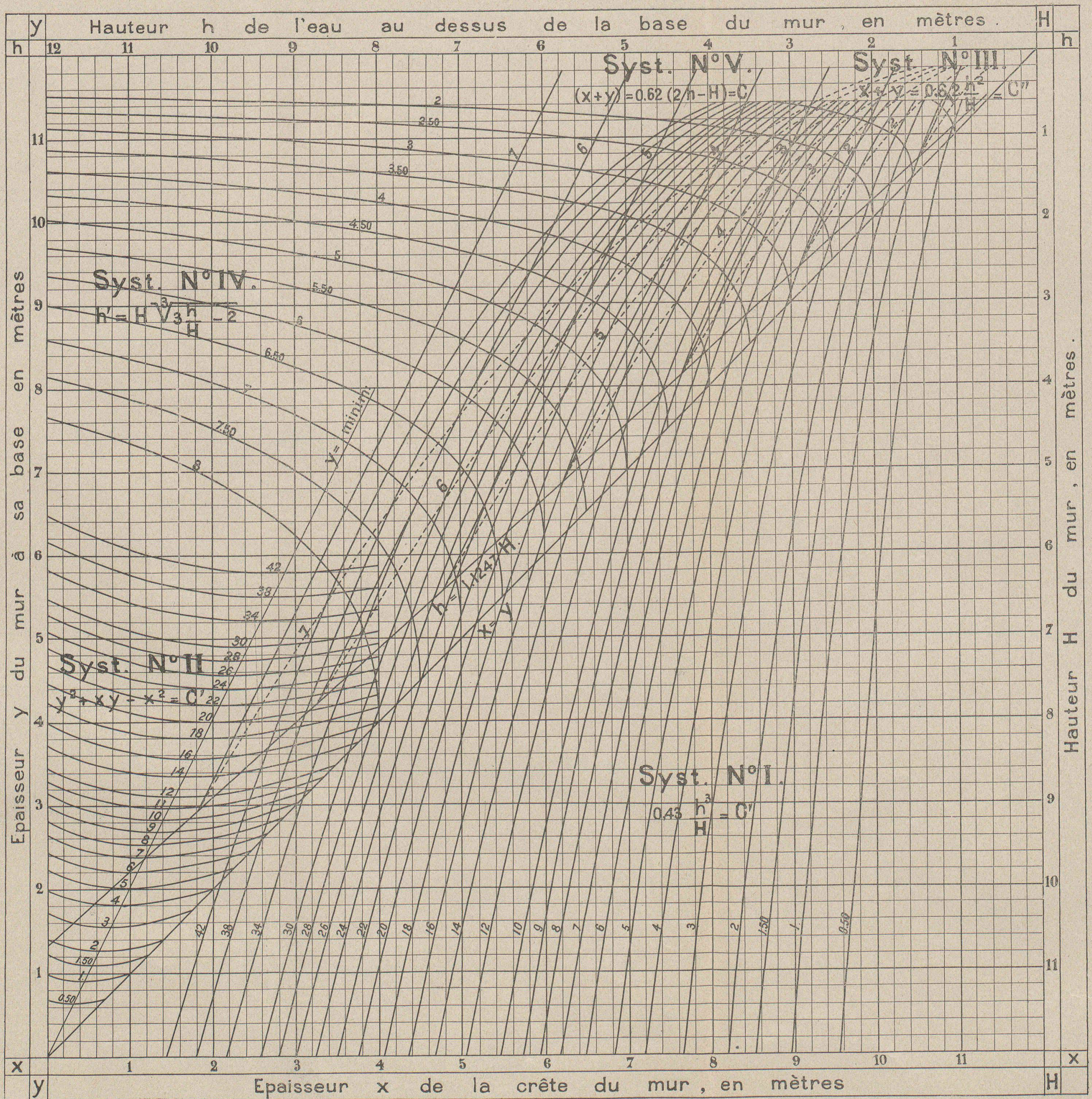
$$x = 0^m,50;$$
$$y = 3^m,85.$$

2. — Base minimum :

$$x = 1^m,80;$$
$$y = 3^m,60.$$

3. — Mur vertical :

$$x = 4^m,08;$$
$$y = 4^m,08.$$



Abaque pour le calcul des murs réservoirs, des murs déversoirs et des murs réservoirs surmontés de vannes,

par M. L. Maurice, ingénieur.

Seite / page

leer / vide / blank