

Notes de cours sur le dimensionnement des canalisations par les abaques

Université Nationale des Sciences, Technologies, Ingénierie et
Mathématiques d'Abomey



PADONOU G. Tankpinou
Novembre 2023

Corrigé travaux dirigés sur le dimensionnement des buses et des dalots

Problème 1 : Calcul de buse circulaire en sortie noyée

$$\left\{ \begin{array}{l} C = 0,5 \\ i = 50 \text{ mm/h} \\ A = 2,16 \text{ km}^2 = 216 \text{ ha} \\ C_{LR} = 14,40 \text{ m} \\ C_{av} = 13,20 \text{ m} \\ C_{TW} = 10,00 \text{ m} \\ L_{PF} = 9,00 \text{ m} \\ V_{max} = 2 \text{ m/s} \\ Pente = 1/1 \end{array} \right.$$

Le débit à l'exutoire du bassin versant est :

$$Q = \frac{1}{360} \times C \times i \times A$$

$$Q = \frac{1}{360} \times 0,5 \times 50 \times 216 = 15 \text{ m}^3/\text{s}$$

La largeur de l'ouvrage comptée selon son axe est de :

$$L = 9 + 2(4,4 - D/2), \text{ } D \text{ étant le diamètre de la buse.}$$

On aurait une section $S = \pi D^2/4$ de passage $S = Q/V$ soit D

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}}$$

Soit un diamètre minimum 3,09 m pour une buse ; un diamètre minimum de 2,19 m pour une batterie de 2 buses.

Compte tenu de ces diamètres élevés, nous prendrons des buses métalliques dont nous améliorons les conditions à l'entrée en munissant l'ouvrage de murs en tête et de murs en aile ($K_e = 0,5$).

Méthode numérique:

- Prenons **une buse de 3,21 m** de diamètre et calculons la surélévation du niveau amont correspondante.

La longueur de l'ouvrage selon l'axe est $L \approx 14,6 \text{ m}$.

$$\Delta H = 0,083 \frac{15^2}{3,21^4} (0,5 + 0,028 \frac{14,6}{3,21^{4/3}} + 1)$$
$$\Delta H = 0,28 \text{ m}$$

La cote amont des PHE (Plus Hautes Eaux) (C_{PHE}) est de $(13,20 + 0,28) \text{ m} = 13,48 \text{ m}$.

Cela est compatible avec le projet. Car $C_{PHE} < C_{LR} = 14,40 \text{ m}$

La revanche sera de $(14,40 - 13,48) \text{ m} = 0,92 \text{ m}$ acceptable pour se prémunir contre les déversements par les vagues.

- Prenons un **ouvrage composé de 2 buses de 2,28 m** de diamètre et calculons la surélévation du niveau amont correspondante

Chaque buse débite $Q_2 = \frac{Q}{2} = 7,5 \text{ m}^3/s$

La longueur de l'ouvrage selon l'axe est $L \approx 15,5 \text{ m}$

Nous aurons : $\Delta H = 0,284 \text{ m}$

La cote amont des PHE (Plus Hautes Eaux) (C_{PHE}) est de $(13,20 + 0,284) \text{ m} = 13,484 \text{ m}$. Cela est compatible avec le projet. Car $13,484 \text{ m} = C_{PHE} < C_{LR} = 14,70 \text{ m}$.

La revanche sera de $(14,40 - 13,484) \text{ m} = 0,916 \text{ m}$ acceptable pour se prémunir contre les déversements par les vagues.

Pour choisir une des options, on tiendra compte son coût. Les risques d'obstruction par le charriage de surface (branches, souches etc.) étant moins importants avec une buse de grand diamètre. La première solution (buse de 3,21 m de diamètre) est préférable (bassin versant très boisé).

Méthode graphique

La figure 1 ci-dessous, donne $K^* = 0,28 \text{ m}$ pour $D = 3,21 \text{ m}$ et $L/K^2 = 14,6/37^2 = 0,011$

Pour $K^* = 0,28$ et $K_e = 0,5$ sur la figure 2 (ΔH^* ; K^*) ci-dessous on lit $\Delta H^* = 1,62$

$$\text{Or } \Delta H^* = \frac{\Delta H}{Q^2/2gA^2} = \frac{g\pi^2 D^4}{8Q^2} \Delta H = \frac{9,8\pi^2(3,21)^4}{8(15)^2} \Delta H = 5,71\Delta H$$

$$\text{D'où } \Delta H = 1,62/5,71 = 0,28 \text{ m}$$

La cote amont des PHE (Plus Hautes Eaux) (C_{PHE}) est de $(13,20 + 0,28)\text{m} = 13,48 \text{ m}$.

Cela est compatible avec le projet. Car $C_{PHE} < C_{LR} = 14,40 \text{ m}$

La revanche sera de $(14,40 - 13,48) \text{ m} = 0,92 \text{ m}$ acceptable pour se prémunir contre les déversements par les vagues.

Problème 2 : Calcul de dalot en sortie noyée

$$\left\{ \begin{array}{l} C = 0,5 \\ i = 50 \text{ mm/h} \\ A = 2,16 \text{ km}^2 = 216 \text{ ha} \\ C_{LR} = 14,40 \text{ m} \\ C_{av} = 13,20 \text{ m} \\ C_{TW} = 10,00 \text{ m} \\ L_{PF} = 9,00 \text{ m} \\ V_{max} = 2 \text{ m/s} \\ Pente = 1/1 \end{array} \right.$$

Le débit à l'exutoire du bassin versant est :

$$Q = \frac{1}{360} \times C \times i \times A$$

$$Q = \frac{1}{360} \times 0,5 \times 50 \times 216 = 15 \text{ m}^3/\text{s}$$

Choisissons un dalot de base B et hauteur D=2 m.

La vitesse maximum $V_{max} = 2 \text{ m/s}$

la section minimale est $A = Q/V = 7,5 \text{ m}^2$ et la base minimale est de $A/D = 3,75 \text{ m}$.

Pour des raisons pratiques de réalisation, nous adopterons $B = 4 \text{ m}$.

Ce dalot sera muni de murs en aile faisant 45° avec l'axe de l'ouvrage, Son toit sera à bord chanfreiné. On aura ainsi comme coefficient d'entrée $K_e = 0,2$.

La longueur du dalot comptée selon son axe sera de : $L = 9 + 2 * \left(4,4 - \frac{2}{2}\right) = 15,8 \text{ m}$

Méthode numérique

- **Un dalot**

la section minimale est $A = Q/V = 7,5 \text{ m}^2$ et la base minimale est de $A/D = 3,75 \text{ m}$.

Pour des raisons pratiques de réalisation, nous adopterons $B = 4 \text{ m}$. Ce dalot sera muni de murs en aile faisant 45° avec l'axe de l'ouvrage, Son toit sera à bord chanfreiné. On aura ainsi comme coefficient d'entrée $K_e = 0,2$.

on a :

$$\Delta H = 0,051 \frac{Q^2}{B^2 D^2} \left[K_e + 0,011 \frac{L}{D^{4/3}} \left(1 + \frac{D}{B} \right)^{4/3} + 1 \right]$$

$$\Delta H = 0,051 \frac{15^2}{4^2 2^2} \left[0,2 + 0,011 \frac{15,8}{2^{4/3}} \left(1 + \frac{2}{4} \right)^{4/3} + 1 \right] = 0,219 \text{ m}$$

La cote PHE amont est : $H = (13,20 + 0,219) \text{ m} = 13,419 \text{ m}$.

La revanche sera de $(14,40 - 13,419) \text{ m} = 0,981 \text{ m}$ acceptable pour se prémunir contre les déversements par les vagues.

- **deux dalots**

la section minimale est $A = Q/2V = 3,75 \text{ m}^2$ et la base minimale est de $A/D = 1,875 \text{ m}$.

Pour des raisons pratiques de réalisation, nous adopterons $B = 2 \text{ m}$. Ces dalots seront munis de murs en aile faisant 45° avec l'axe de l'ouvrage, Son toit sera à bord chanfreiné. On aura ainsi comme coefficient d'entrée $K_e = 0,2$.

$$\Delta H = 0,051 \frac{Q^2}{B^2 D^2} \left[K_e + 0,011 \frac{L}{D^{4/3}} \left(1 + \frac{D}{B} \right)^{4/3} + 1 \right]$$

$$\Delta H = 0,051 \frac{7,5^2}{2^2 2^2} \left[0,2 + 0,011 \frac{15,8}{2^{4/3}} \left(1 + \frac{2}{2} \right)^{4/3} + 1 \right] = 0,246 \text{ m}$$

La cote PHE amont est : $H = (13,20 + 0,246) \text{ m} = 13,446 \text{ m}$.

La revanche sera de $(14,40 - 13,446) \text{ m} = 0,954 \text{ m}$ acceptable pour se prémunir contre les déversements par les vagues

Méthode graphique

- **Un dalot**

La figure 3 donne $K^* = 0,066$ pour $D = 2\text{ m}$ et $L/K^2 = 15,8/67^2 = 0,0035$.

Pour $K^* = 0,066$; $D/B = 0,5$ et $K_e = 0,2$; on lit $\Delta H^* = 1,3$ sur la figure 4 (ΔH^* , K^*)

$$\Delta H^* = \frac{\Delta H}{Q^2/2gA^2} = \frac{\Delta H}{15^2/2*9.8*8^2} = \frac{\Delta H}{0,179} = 1,3 \text{ alors}$$

$$\Delta H = 0,233\text{m d'où : } H = 13,20 + 0,233 = 13,433\text{ m}$$

- **deux dalots**

La figure 3 donne $K^* = 0,066$ pour $D = 2\text{ m}$ et $L/K^2 = 15,8/67^2 = 0,0035$.

Pour $K^* = 0,066$; $D/B = 1$ et $K_e = 0,2$; on lit $\Delta H^* = 1,4$ sur la figure 4 (ΔH^* , K^*)

$$\Delta H^* = \frac{\Delta H}{Q^2/2gA^2} = \frac{\Delta H}{7,5^2/2*9.8*4^2} = \frac{\Delta H}{0,1794} = 1,4 \text{ alors}$$

$$\Delta H = 0,251\text{m d'où : } H = 13,20 + 0,251 = 13,451\text{ m}$$

La revanche sera de $(14,40 - 13,451)\text{ m} = 0,949\text{ m}$ acceptable pour se prémunir contre les déversements par les vagues.

Il est préférable de prendre 2 dalots carrés de $B \times D = 2\text{ m} \times 2\text{ m}$, au lieu du dalot de $B \times D = 4\text{ m} \times 2\text{ m}$. La surélévation correspondante est légèrement plus élevée qu'avec un dalot $4\text{ m} \times 2\text{ m}$ à cause des frottements plus grands dans le cas de 2 dalots de $2\text{ m} \times 2\text{ m}$.

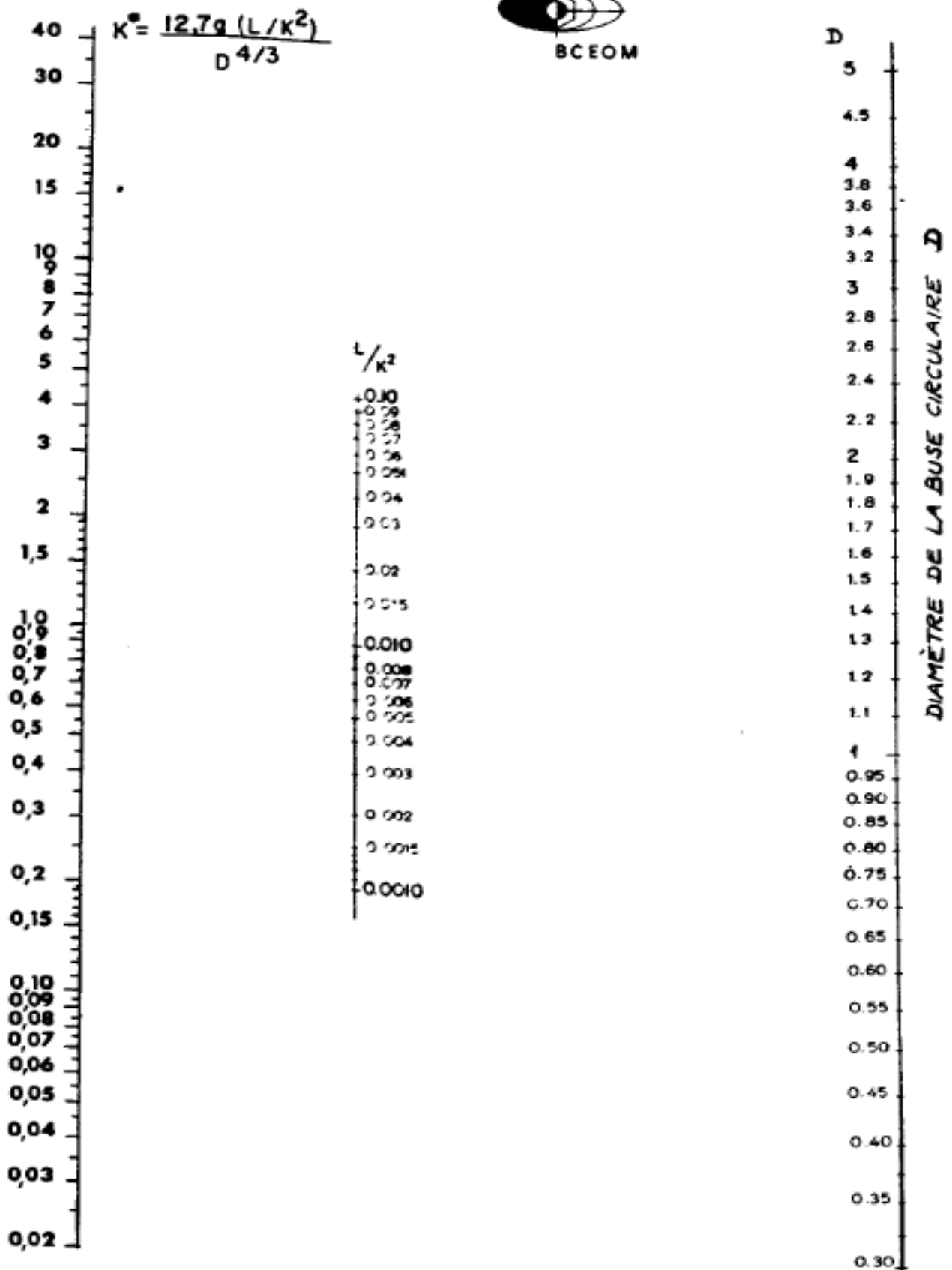


Figure 1: calcul de $K^* = \frac{12.7gL}{K^2 D^{4/3}}$ à partir de L/K^2 et D (Buses circulaires métalliques ou en béton)

SORTIE NOYÉE

BUSES CIRCULAIRES EN CHARGE

Fig. 6.4

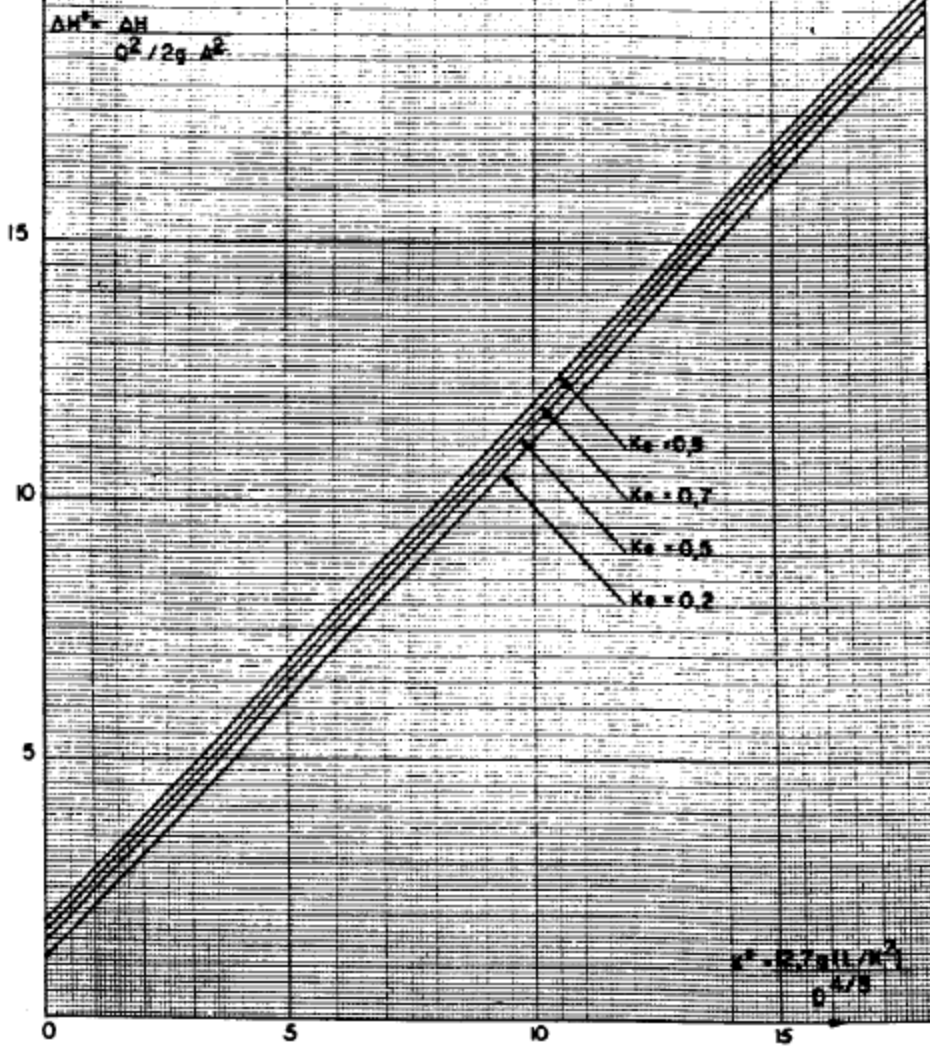


Figure 2: Sortie noyée. Buses circulaires en charge

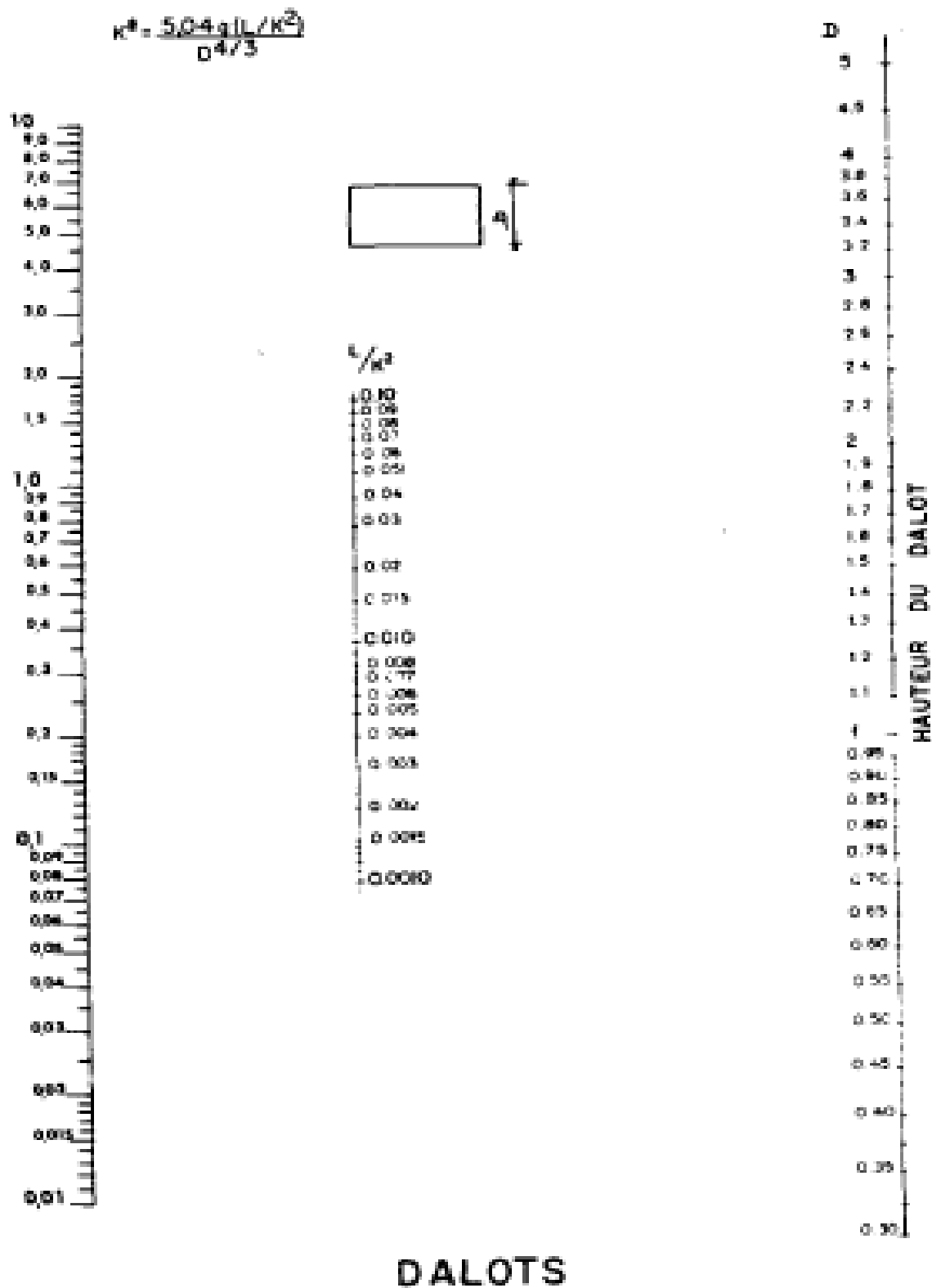


Figure 3 : Calcul de $K^* = 5,04 \frac{gL/K^2}{D^{4/3}}$ à partir de L/K^2 et D

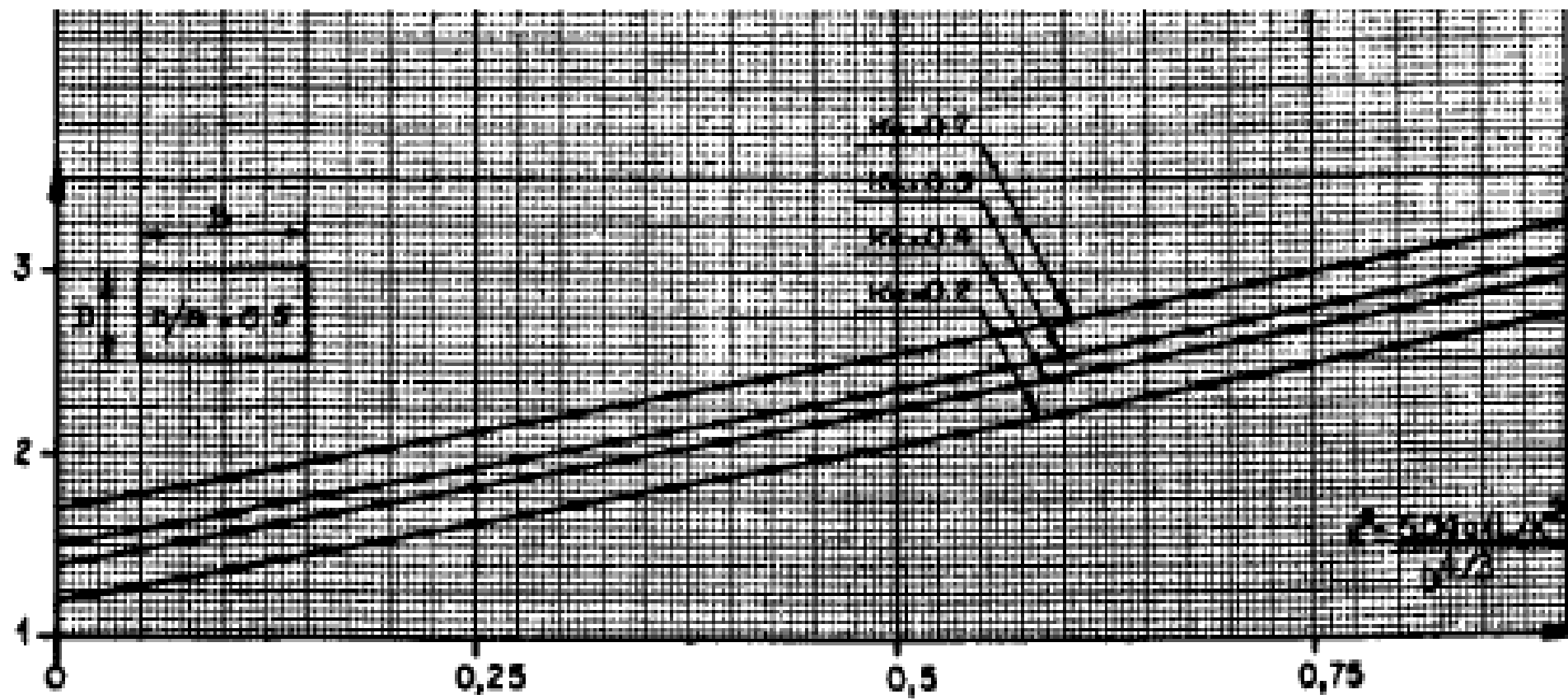


Figure 4 : Sortie noyée. Dalots rectangulaires $D/B = 0,50$

