NOTULE HYDRAULIQUE

Abaques d'écoulement pour galeries en fer à cheval du type normalisé E.D.F.

PAR MARCEL ROY,

INGÉNIEUR AU GROUPE DE PRODUCTION HYDRAULIQUE « ALPES »

Les deux abaques présentés sont destinés à la détermination rapide des caractéristiques de l'écoulement dans les galeries en fer à cheval du type normalisé par la Direction de l'Équipement d'Électricité de France.

L'abaque I correspond à l'utilisation de la formule de Strickler (coefficient K) à écoulement libre ou en charge, l'abaque II permettant d'obtenir le nombre de Froude $\mathfrak{F}_1$ et le tirant d'eau critique y_c . Sur ces abaques, les tirants d'eau sont donnés en valeur relative, par rapport à la longueur de référence $0,5 D$.

Les deux abaques qui suivent sont destinés à la détermination rapide des caractéristiques de l'écoulement dans les galeries en fer à cheval du type normalisé par la Direction de l'Équipement d'Électricité de France.

La figure ci-dessous donne les caractéristiques géométriques de la section droite d'une galerie de ce type, définie par sa hauteur totale D . Elle est constituée par un demi-cercle MRN de centre O et de rayon $0,5 D$, et par trois arcs de cercle de rayon D (MQ de centre N , QP de centre R et NP de centre M).

Abaque I

Il permet le calcul, par la formule de Strickler, des relations existant entre :

- la dimension de référence D ;
- le coefficient K de la formule de Strickler;
- le débit Q ;
- la pente i de la ligne de charge;
- le tirant d'eau y ;
- le tirant d'eau normal y_n ;

A partir du coefficient d'homothétie $0,5 D$, nous lisons sur les abaques la profondeur réduite : $Y = y/0,5 D$.

EXEMPLE. — Il correspond à :

$$D = 6 \text{ m}, \quad K = 50, \quad i = 7 \times 10^{-4}, \\ Q = 49 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Y_n = y_n/0,5 D = 1,50 \text{ (c'est-à-dire } y_n = 4,50 \text{ m)}$$

Tracé : ii' est horizontal;

- ii'_n est égal et parallèle à DQ .

Abaque II

Il donne les relations entre :

- la dimension de référence D ;
- le débit Q ;
- le tirant d'eau y ;

ABAQUE I

Abaque profondeur normale.
Pertes de charge en galerie normalisée type E.D.F.
Formule de Strickler.

$$Y_n = y_n / 0,5 D$$

- le tirant d'eau critique y_c ;
- le carré du nombre de Froude $\mathcal{F}^2 = Q^2 l / g s^3$ et $1 - \mathcal{F}^2$.

EXEMPLE :

$D = 2,60$ m (type III revêtu) $Q = 2,40$ m³/s;
 $Y = 1,455$ [$y = Y \cdot (0,5 D) =$
 $1,455 \times 1,30 = 1,89$ m] et $\mathcal{F}^2 = 0,21$;
 $Y_c = 0,94$ ($y_c = 0,94 \times 1,30 = 1,22$ m) et $\mathcal{F}^2 = 1$.

Tracé : Du point $\mathcal{F}^2 = 1$ comme point de départ, tracer OD. QY_c est parallèle et égal à OD. D'autre part, $\mathcal{F}^2 D$ est parallèle et égal à QY .

REMARQUES :

1° *Calcul annexe* : L'échelle de droite de l'abaque II donne $2/Y_m$, sur l'horizontale de Y , y_m étant la profondeur moyenne $y_m = s/l$ (l étant la largeur en surface). Ceci permet le calcul

de $V^2/2g = 0,5 D \times \mathcal{F}^2 / (2/Y_m)$. Cf. l'exemple ci-dessus $Y = 1,455$, $2/Y_m = 1,34$.

$$V^2/2g = \frac{0,21 \times 1,30}{1,34} = 0,20 \text{ m}$$

2° Les deux abaques ci-dessus permettent la détermination rapide de la pente de la ligne d'eau par rapport au radier de la galerie :

$$\frac{dy}{dx} = \frac{i - j}{1 - \mathcal{F}^2}$$

le numérateur étant obtenu à partir de l'abaque I, et le dénominateur directement par l'abaque II, pour une profondeur relative donnée Y .

Les symboles en lettres capitales sont réservés aux caractéristiques géométriques de la section réduite dans le rapport 0,5 D.

ABSTRACT

Flow nomographs for standard 'Electricité de France' horseshoe-section tunnels

BY MARCEL ROY

The two nomographs presented are intended for the rapid determination of flow characteristics in the type of horseshoe-section tunnel standardised by the Equipment Branch (Direction de l'Équipement) of Electricité de France.

The diagram gives the geometrical characteristics of a perpendicular cross-section of a tunnel of this type, which is defined by its overall height D . It is formed by a semicircle MRN whose radius is $0,5 D$ and the centre of which is at O , and by three circular arcs of radius D (MQ, QP and NP, with centres at N , R and M respectively)

Graph I refers to the use of Strickler's formula (coefficient K) for free-surface or pressure flow. Graph II gives the Froude number $\mathcal{F}$ and critical depth of water y_c . Both nomographs give the latter as a relative value with respect to the reference length $0,5 D$.