

Nomogramme pour le Calcul du Coefficient de Résal

RELATIF AU FLAMBAGE⁽¹⁾

GÉNÉRALITÉS

Dans le calcul des pièces soumises à la compression compliquée de flambage, le travail du métal à la compression simple doit être multiplié par un coefficient pour avoir le travail au flambage.

Dans la formule de Résal, ce coefficient S est donné par l'expression :

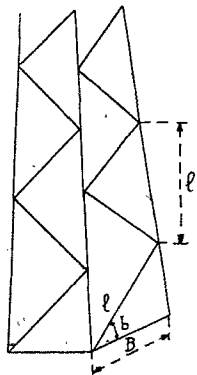
$$S = 1 + \frac{K l^2 s}{m I}$$

dans laquelle :

- s est la section de la pièce comprimée,
- l la longueur de flambage,
- K un coefficient dépendant des matériaux,
- I le moment d'inertie.

APPLICATION AU CALCUL DES PYLONES MÉTALLIQUES

Nous supposons le pylône carré composé de 4 montants et croisillons inclinés d'un angle b sur l'horizontale. Les croisillons seront disposés comme l'indique la figure.



Nous prendrons :

Pour les croisillons :

$$L = \frac{B}{\cos b} \text{ et } I_{xx} : K = 0,011 \text{ m} = 1$$

Pour les montants :

$$L = 2 B \operatorname{tg} b \text{ et } I_{yy} : K = 0,011 \text{ m} = 1$$

l et B seront exprimés en mètres
s en mm².
I en cm².

Interprétation graphique. — Cette formule peut s'interpréter graphiquement.

En coordonnées cartésiennes, posant

$$\begin{aligned} S &= Y \\ l &= X \end{aligned}$$

elle se présente sous la forme :

$$Y = A X^2 + 1$$

pour un profil déterminé. Elle représente un parabole à axe vertical symétrique par rapport à l'axe O Y ; la tangente au sommet est la droite Y = 1.

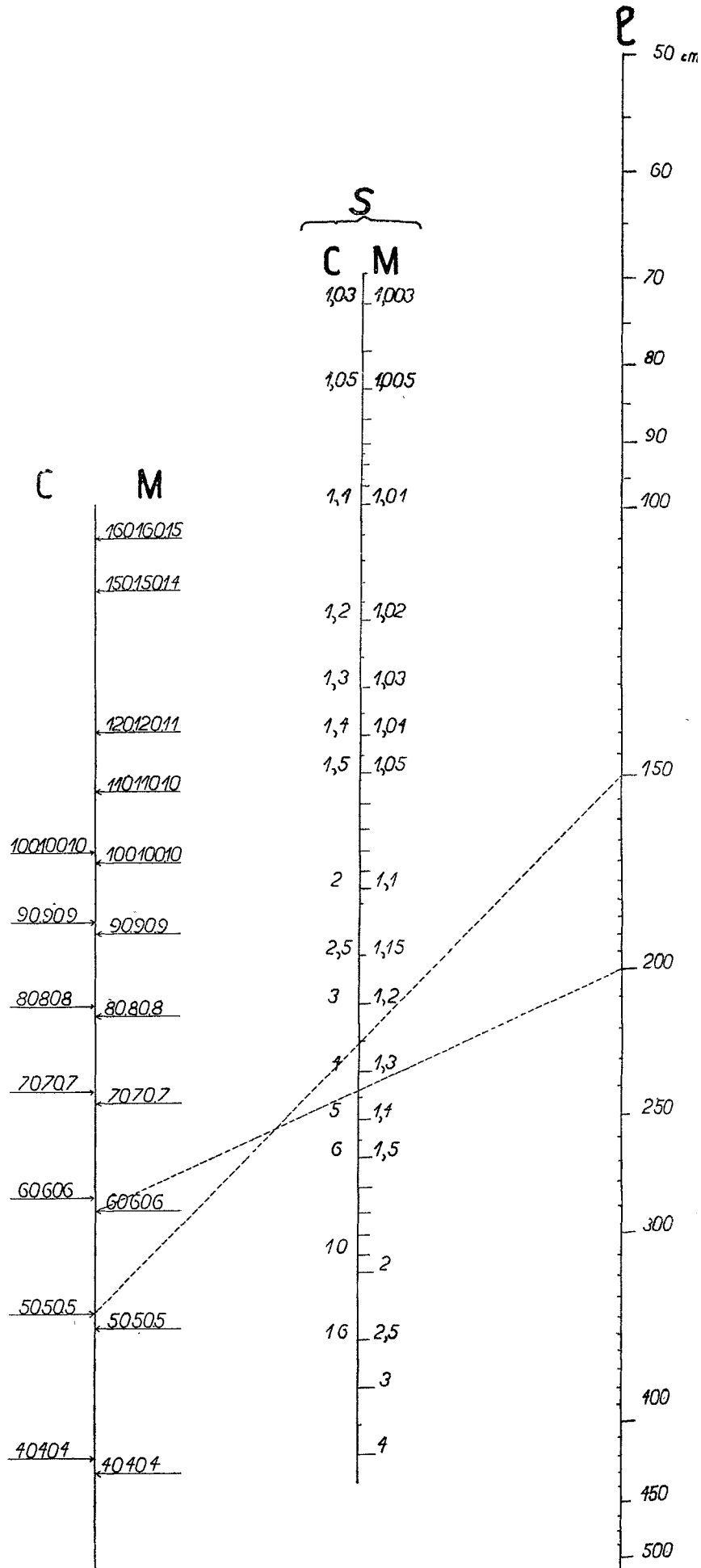
Chaque parabole caractérisera un profil.

Il y aura une famille de courbes se rapportant aux montants, et une famille de courbes se rapportant aux croisillons.

Abaque à points alignés. — Nomogrammes. — Nous avons établi pour l'interprétation graphique de cette formule un abaque à points alignés ou nomogramme.

Ce nomogramme se compose de 3 droites ou supports parallèles et équidistants.

Le premier support, celui de gauche, caractérise les profils (cornières à ailes égales), entrant dans la constitution des montants et croisillons.



Il comporte deux séries de repères.

Les repères de droite (M) se rapportent aux montants ; les repères de gauche (C) se rapportent aux croisillons. Le deuxième support S caractérise le coefficient de Résal (S).

(1) Voir *Méthode graphique pour le calcul des pylônes métalliques* (J. Rey, éditeur, Grenoble).

La graduation de droite (M) se rapporte au coefficient relatif aux montants et la graduation de gauche se rapporte aux coefficients relatifs aux croisillons (C).

Le troisième support caractérise les longueurs de flambage (I) exprimées en centimètres.

MODE D'EMPLOI DU NOMOGRAMME

Soit à chercher le coefficient de Résal se rapportant à un montant de 200 cm. de longueur de flambage et constitué par une cornière de 60.60.6. En joignant le point 200 (support I) au point marqué 60.60.6 (Echelle M) on trouve sur le support S (échelle M) la valeur du coefficient cherché 1,34.

Pour un croisillon de 505.50.5 (Echelle C, support de gauche) et une longueur de flambage $l = 150$ cm., nous trouvons un coefficient S (lu sur l'échelle C, support S), de 3,55.

ETABLISSEMENT DU NOMOGRAMME

La formule que nous nous proposons de traduire graphiquement est

$$S = 1 + \frac{K l^2 s}{m I}$$

Nous ferons abstraction de la constante 1 dont nous tiendrons compte au moment de la graduation.

Nous poserons

$$D = \frac{K l^2 s}{m I} \text{ et } Y = \frac{k s}{m I}$$

Y est constant pour un profil donné et caractérise un profil donné.

L'équation devient :

$$D = Y l^2$$

en prenant les logarithmes :

$$\log D = \log Y + 2 \log l$$

Construisons les échelles $\log D$ et $\log l$ avec les mêmes modules. Nous aurons sur le support l une graduation double de cette portée par le support Y.

Pour l'échelle D, nous aurons :

$$\frac{l}{g} + \frac{l}{g} = \frac{l}{d} \text{ d'où } d = \frac{g}{2}$$

la graduation portée par l'échelle D sera la moitié de celle portée par le support Y.

Le support D sera équidistant de Y et de l .

Graduation. — En graduant et tenant compte du facteur additif + 1 nous obtiendrons la graduation en coefficient de Résal S.

Pour les montants il a suffi d'ajouter + 1 au chiffre donné par la graduation.

Pour les croisillons il est à remarquer que comme :

$$I_{yy} = 2,5 I_{xx}$$

et que m (relatif aux montants) = 4 m. (relatifs aux croisillons).

$$\text{On aura : } \frac{Mm I_{yy}}{Me I_{xx}} = 10.$$

Il suffit donc pour passer de la graduation de gauche (M) à celle droite (C) de retrancher 1, multiplier par 10 et ajouter 1.

Par exemple : 1,3 devient (1,3-1) 10 + 1 = 4

2,5 (2,5-1) 10 + 1 = 16

Le nomogramme porte en pointillés deux exemples : l'un relatif aux montants, l'autre aux croisillons.

R. VALENSI,
Ingénieur E. S. E.

(1) Voir : *Traité de Nomographie*, par M. D'OCAGNE (Gauthier-Villars, 1899).

L'abondance des matières nous oblige à renvoyer, à notre numéro Janvier-Février 1921, la fin de l'article de M. Jean ESCARD : *Imprégnation, Sénilisation et Ignifugation des Bois d'industrie.*

L'USURE DES TURBINES HYDRAULIQUES

SES CONSÉQUENCES ET LES MOYENS D'Y PARER ⁽¹⁾

L'usure des turbines hydrauliques est un phénomène connu depuis fort longtemps de leurs constructeurs et de leurs propriétaires. Elle a trois causes principales :

1. La construction défectueuse des organes essentiels tels que : distributeurs et roues motrices, tant sous le rapport de leurs dimensions et de leurs formes que sous le rapport de la matière première adoptée ;

2. L'action des éléments chimiques pouvant être contenus dans l'eau ;

3. Enfin, et surtout les alluvions telles que graviers, sables et limons charriés par de très nombreux cours d'eau.

La première de ces trois causes disparaît de plus en plus en raison de l'expérience acquise par les constructeurs de turbines dignes de ce nom ; la seconde n'a jamais été très fréquente, mais il faut cependant en tenir compte lors du choix des matières premières entrant dans la construction des turbines, dans les cas où l'analyse de l'eau aurait révélé des éléments nocifs pour le fer et ses dérivés. La troisième, par contre, est fréquente, elle le deviendra toujours plus à mesure que la nécessité poussera les pays montagnaux, tels que la Suisse, la France et l'Italie (pour

ne parler que de ceux nous intéressant de plus près), à utiliser leurs réserves de houille blanche.

M. H. Chenaud, ingénieur, a publié dans les numéros 14, 15, 17, 19 et 20 du *Bulletin technique de la Suisse romande* de l'année 1910, une description très intéressante de l'installation des Forces motrices de la Drance à Martigny, montrant les difficultés surprenantes que peut occasionner aux installations hydrauliques, la grande quantité d'alluvions charriée par un cours d'eau.

Plus récemment, en 1916, M. le professeur Dr L.-W. Collet, alors Directeur du Service des Eaux du Département suisse de l'Intérieur, a publié dans le second volume des *Annales Suisses d'hydrographie*, le résultat de ses études excessivement intéressantes sur le « Charriage des alluvions dans certains cours d'eau de la Suisse ». Cet ouvrage contient quelques belles photographies d'organes de turbines ruinés par le sable.

A une époque où les sources d'énergie constituées par nos forces hydrauliques semblent devoir jouer un rôle prépondérant dans le maintien et le progrès du développement général de notre pays, il nous a paru intéressant et utile de présenter aux lecteurs du *Bulletin technique* les résultats de quelques expériences et travaux consacrés à l'étude des causes et des conséquences de l'usure des turbines hydrauliques, puis aux moyens d'y parer.

(1) Article paru dans le *Bulletin technique de la Suisse Romande.*