

# TABLEAU ET DIAGRAMMES

POUR LA

## Recherche des Epaisseurs Réglementaires

DES

TOLES DE CHAUDIÈRES A VAPEUR

PAR

N. ORBAN

Ingénieur des Mines, à Liège.

[6221116]

---

Le but du tableau et des diagrammes de la présente note est de faciliter la recherche de l'épaisseur des tôles cylindriques des chaudières à vapeur ou de réservoirs quelconques soumis à une pression intérieure pour des pressions variant de 5 à 16 atmosphères et des résistances de tôles de 26 à 50 kilogrammes.

Des tables ont déjà été publiées sur le même sujet, par M. Fineuse, Ingénieur en chef Directeur des Mines (*Ann. des Travaux publics*, t. XLIII, 1886).

Elles sont actuellement insuffisantes pour deux motifs.

Le premier est l'emploi des aciers doux à coefficient de résistance variant généralement de 35 à 45 kilogrammes par millimètre carré et qui ont à peu près complètement supplanté le fer dans la construction des chaudières.

Le second est l'adoption de pressions de plus en plus élevées variant ordinairement de 5 à 15 atmosphères.

On connaît la formule :

$$et = pr$$

liant l'épaisseur ( $e$ ), la résistance ( $t$ ), la pression ( $p$ ) et le rayon ( $r$ ), d'une enveloppe cylindrique soumise à une pression intérieure.

Cette formule peut se transformer en exprimant chacun des termes en unités courantes, c'est-à-dire ( $e$ ) en millimètres, ( $t$ ) en kilogrammes par millimètre carré, ( $p$ ) en kilogrammes par centimètre carré et ( $r$ ) en fonction du diamètre  $D$  en mètres.

Elle s'écrit alors :

$$e^{m/m} \times \frac{k}{t^{mm^2}} = 5 \times \frac{k}{P_{cm^2}} \times D^m \quad (1)$$

S'il existe une rivure ayant un coefficient de résistance  $K$  par rapport à la résistance de la pleine tôle, la formule (1) devient

$$e^{m/m} \times \frac{k}{t^{mm^2}} = \frac{5 \times \frac{k}{P_{cm^2}} \times D^m}{K} \quad (2)$$

Aux termes de l'article 35 de l'arrêté royal du 28 mai 1884 sur les appareils à vapeur, nulle chaudière ne peut fonctionner à une pression dépassant le quart de celle qui ferait rompre quelqu'une de ses parties. Dans le calcul de l'épaisseur, il faut par conséquent au lieu de la résistance de rupture  $\frac{k}{t^{mm^2}}$  donnée par le fabricant de tôles, adopter une résistance  $\frac{t}{4}$ .

On arrive ainsi à la formule définitive :

$$e \times \frac{t}{4} = \frac{5 \times P \times D}{K} \quad (3)$$

D'où l'on tire :

$$e = 20 \times \frac{P \times D}{t \times K} \quad (4)$$

$P$  y est exprimé en kilogrammes par centimètre carré.

Si l'on veut prendre plus simplement  $P =$  pression en atmosphères, on aura :

$$e = 20 \times 1.033 \times \frac{P^{at} \times D}{t \times K}$$

$t$  et  $K$  sont connus dans chaque cas. Donc

$$20 \times 1.033 \times \frac{1}{t \times K} = \text{const. } A \text{ et}$$

$$e^{m/m} = A \times P^{at} \times D^m.$$

Dans le tableau ci-après, j'ai fait varier  $t$  de 26 à 50 kilogrammes et  $K$  de 0.40 à 0.90. Les nombres inscrits donnent les valeurs correspondantes de  $A$ .

## TABLEAU DES VALEURS DU COEFFICIENT A

de la formule  $e^{m/m} = A. P. D.$  ( $P =$  pression en atm.,  $D =$  diamètre en mètres.)

| Résistances<br>en kilog. par<br>m <sup>2</sup> . | COEFFICIENTS DE RÉSISTANCE DE LA RIVURE |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|  | 0.40                                    | 0.45  | 0.50  | 0.55  | 0.60  | 0.65  | 0.70  | 0.75  | 0.80  | 0.85  | 0.90  |
| 26   | 1.987                                   | 1.766 | 1.600 | 1.445 | 1.325 | 1.223 | 1.136 | 1.060 | 0.994 | 0.935 | 0.883 |
| 27   | 1.914                                   | 1.701 | 1.531 | 1.392 | 1.276 | 1.178 | 1.093 | 1.021 | 0.957 | 0.901 | 0.850 |
| 28   | 1.845                                   | 1.639 | 1.476 | 1.343 | 1.230 | 1.135 | 1.054 | 0.984 | 0.922 | 0.868 | 0.819 |
| 29   | 1.781                                   | 1.584 | 1.425 | 1.296 | 1.188 | 1.096 | 1.018 | 0.950 | 0.890 | 0.838 | 0.791 |
| 30   | 1.722                                   | 1.531 | 1.378 | 1.253 | 1.148 | 1.060 | 0.984 | 0.919 | 0.861 | 0.810 | 0.765 |
| 31   | 1.667                                   | 1.481 | 1.333 | 1.212 | 1.111 | 1.026 | 0.952 | 0.889 | 0.833 | 0.784 | 0.741 |
| 32   | 1.615                                   | 1.435 | 1.292 | 1.174 | 1.076 | 0.994 | 0.923 | 0.861 | 0.807 | 0.760 | 0.718 |
| 33   | 1.566                                   | 1.392 | 1.253 | 1.139 | 1.044 | 0.963 | 0.895 | 0.835 | 0.783 | 0.737 | 0.696 |
| 34   | 1.520                                   | 1.351 | 1.216 | 1.105 | 1.013 | 0.935 | 0.868 | 0.810 | 0.760 | 0.715 | 0.675 |
| 35   | 1.476                                   | 1.312 | 1.181 | 1.073 | 0.984 | 0.908 | 0.844 | 0.787 | 0.738 | 0.695 | 0.656 |
| 36   | 1.435                                   | 1.276 | 1.148 | 1.043 | 0.957 | 0.883 | 0.820 | 0.765 | 0.717 | 0.676 | 0.637 |
| 37   | 1.396                                   | 1.241 | 1.117 | 1.015 | 0.931 | 0.859 | 0.797 | 0.745 | 0.698 | 0.657 | 0.620 |
| 38   | 1.359                                   | 1.208 | 1.088 | 0.989 | 0.906 | 0.837 | 0.777 | 0.725 | 0.680 | 0.640 | 0.604 |
| 39   | 1.324                                   | 1.177 | 1.060 | 0.963 | 0.883 | 0.815 | 0.757 | 0.707 | 0.662 | 0.624 | 0.589 |
| 40   | 1.291                                   | 1.148 | 1.033 | 0.939 | 0.861 | 0.794 | 0.738 | 0.689 | 0.646 | 0.608 | 0.574 |
| 41   | 1.259                                   | 1.120 | 1.008 | 0.916 | 0.840 | 0.775 | 0.720 | 0.672 | 0.630 | 0.593 | 0.560 |
| 42   | 1.229                                   | 1.093 | 0.984 | 0.895 | 0.820 | 0.757 | 0.702 | 0.656 | 0.615 | 0.579 | 0.547 |
| 43   | 1.201                                   | 1.068 | 0.961 | 0.874 | 0.801 | 0.740 | 0.686 | 0.641 | 0.600 | 0.565 | 0.534 |
| 44   | 1.174                                   | 1.044 | 0.939 | 0.854 | 0.783 | 0.723 | 0.670 | 0.627 | 0.587 | 0.552 | 0.522 |
| 45   | 1.148                                   | 1.021 | 0.918 | 0.835 | 0.765 | 0.707 | 0.656 | 0.613 | 0.574 | 0.540 | 0.510 |
| 46   | 1.123                                   | 0.998 | 0.899 | 0.816 | 0.749 | 0.691 | 0.642 | 0.599 | 0.562 | 0.529 | 0.499 |
| 47   | 1.099                                   | 0.977 | 0.879 | 0.799 | 0.733 | 0.677 | 0.628 | 0.586 | 0.550 | 0.518 | 0.488 |
| 48   | 1.076                                   | 0.957 | 0.860 | 0.783 | 0.717 | 0.662 | 0.615 | 0.574 | 0.538 | 0.507 | 0.478 |
| 49   | 1.054                                   | 0.937 | 0.843 | 0.767 | 0.702 | 0.649 | 0.602 | 0.562 | 0.527 | 0.496 | 0.468 |
| 50   | 1.033                                   | 0.918 | 0.826 | 0.751 | 0.689 | 0.635 | 0.590 | 0.551 | 0.517 | 0.486 | 0.459 |

Connaissant P en atmosphères et D en mètres, il suffit de faire deux multiplications pour obtenir  $e$  directement en millimètres.

Si l'on cherche, au contraire, P ou D, on aura à faire une multiplication puis une division.

Dans tous les cas le résultat final sera très vite obtenu et plus rapidement encore en utilisant la règle à calcul.

Une instruction ministérielle du 28 mai 1884 prescrit d'adopter les valeurs  $K = 0.40$  pour la simple rivure et  $K = 0.55$  à  $0.60$  pour la double rivure.

A titre d'exemples, j'ai dressé trois abaques pour ces valeurs de K et pour une résistance  $t = 36 \frac{k}{\text{mm}^2}$ .

Les ordonnées lues en centimètres donnent directement les épaisseurs  $e$  en millimètres et l'approximation est de moins de 1/10 de millimètre.

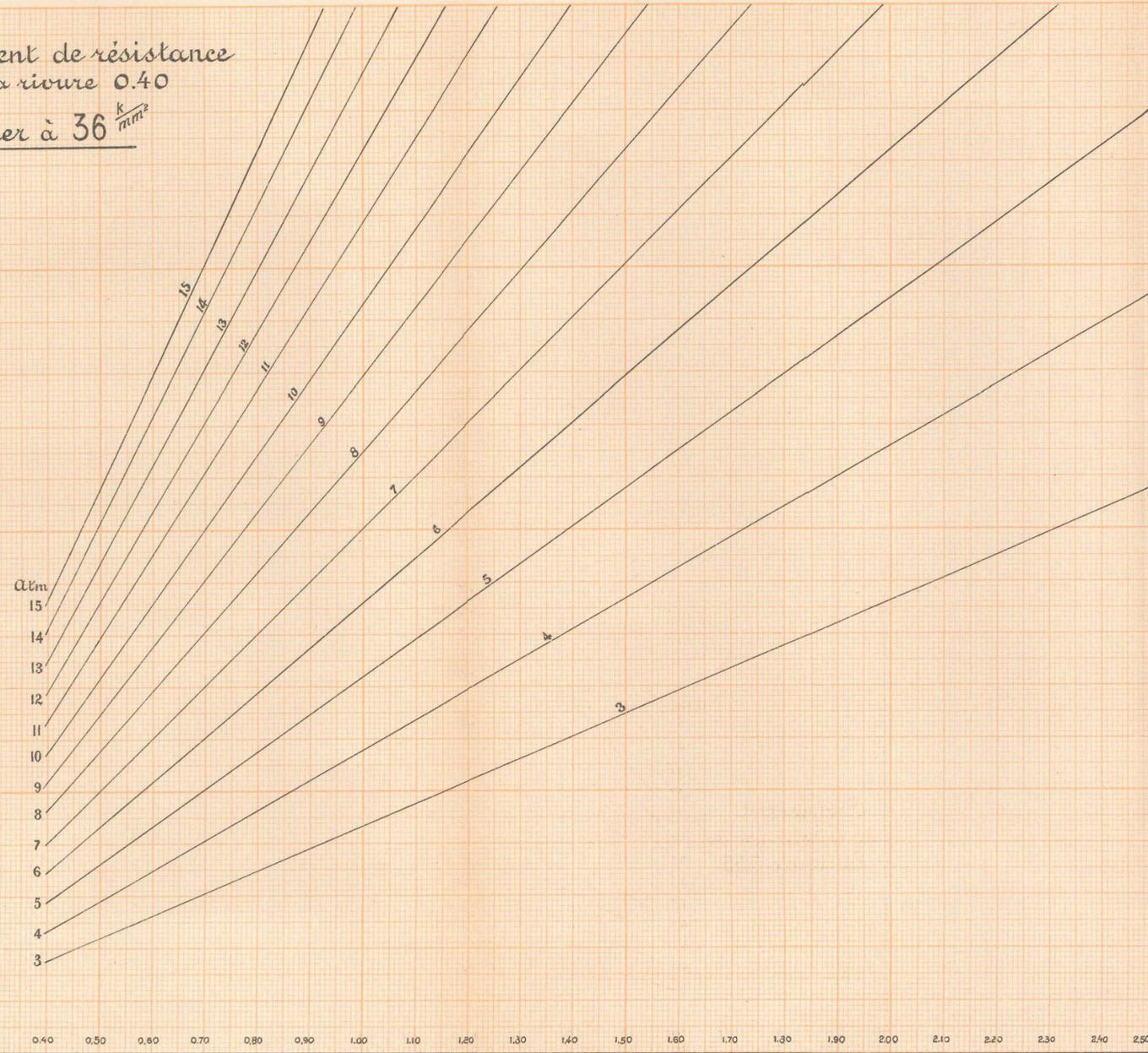
Il sera toujours très facile en s'aidant du tableau de tracer des abaques analogues pour d'autres valeurs de K ou de  $t$ .

Comme on dépasse assez rarement des épaisseurs de plus de 20 millimètres, j'ai limité les ordonnées à 20 centimètres. S'il arrivait cependant d'adopter des épaisseurs supérieures, les mêmes abaques serviraient toujours.

L'épaisseur étant proportionnelle au diamètre, on chercherait l'épaisseur pour un diamètre moitié moindre et on doublerait le résultat.

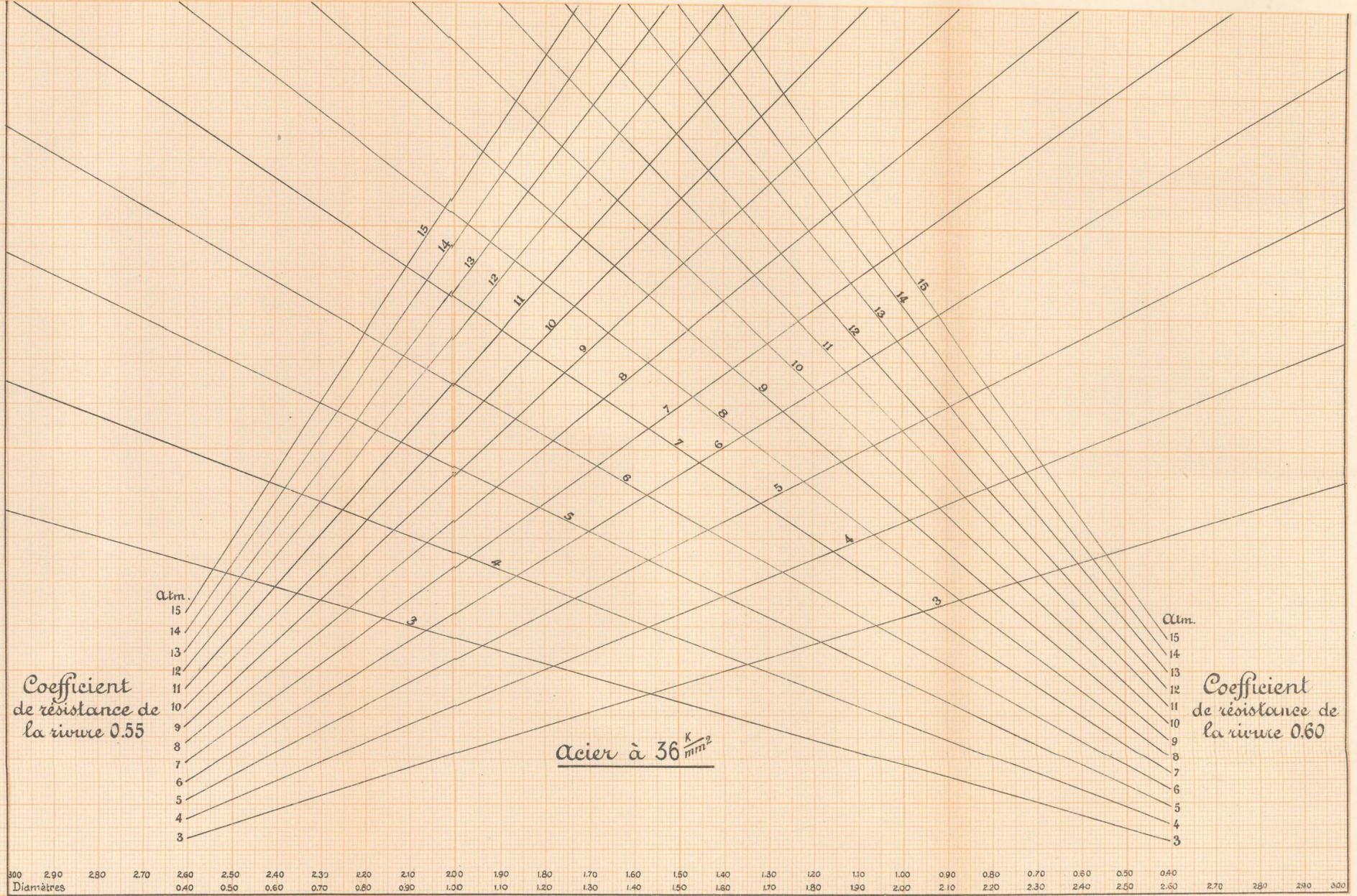
---

Coefficient de résistance  
de la rivure 0.40  
Acier à 36  $\frac{k}{mm^2}$



Diamètres 0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 0.90 1.00 1.10 1.20 1.30 1.40 1.50 1.60 1.70 1.80 1.90 2.00 2.10 2.20 2.30 2.40 2.50

Coefficient  
de résistance de  
la rivure 0.55



Diamètres 0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 0.90 1.00 1.10 1.20 1.30 1.40 1.50 1.60 1.70 1.80 1.90 2.00 2.10 2.20 2.30 2.40 2.50 2.60 2.70 2.80 2.90 3.00

Acier à 36  $\frac{k}{mm^2}$

Coefficient  
de résistance de  
la rivure 0.60