

DÉTERMINATION PRATIQUE DES PROPORTIONS DES TÊTES DES BARRES A CÈILS ET DES CHEVILLES

La meilleure méthode pour se rendre compte de la répartition des efforts dans la tête d'une barre à œil, est la méthode expérimentale.

On opère sur des barres à section rectangulaire, terminées par un œil dans lequel passe une cheville et sur lesquelles agit l'effort de traction.

Nous allons rapporter ici les résultats d'essais, faits de 1857 à 1866 par l'ingénieur Shaler Smith, sur des barres à œils de dimensions habituellement employées dans les grandes constructions, et dont les dimensions sont rapportées dans le tableau de la page suivante. L'épaisseur des barres à œils était toujours la même que celle de la tête à œil. Trois conséquences principales en furent déduites :

1° Ce fait absolu et invariable fut constaté, qu'il fallait une cheville d'un diamètre égal ou plus grand que 66 pour 0/0 de la largeur de la barre, pour que la rupture de la barre se fit avant celle de la cheville, en supposant que l'effort de cisaillement ait été convenablement prévu.

2° La largeur de la section pleine dans la tête de l'œil, faite perpendiculairement à la barre, est une quantité variable dépendant du rapport du diamètre de la cheville à la largeur de la barre.

3° Enfin la forme à donner à la tête de la barre à œil, pour laquelle on voulait un coefficient de sécurité plus élevé que celui de la barre elle-même, dépend seulement du mode de fabrication.

La colonne n° 1 correspond aux expériences que fit M. Shaler-Smith, sur 57 barres de têtes à œils diverses, destinées au pont de Saint-Charles, rompues avec des chevilles de différents diamètres, afin de déterminer aussi exactement que possible les lois des efforts dans les têtes de barres à œils.

Ces essais établissent que, pour les fers forgés au marteau, il faut déterminer les sections de la tête transversalement et longitudinalement. Le contour de la tête est une courbe passant par les trois points extérieurs de ces sections.

Le tableau n° 2 donne le résultat d'essais analogues que l'on fit en 1875, à l'usine d'Edgemoor, sur 54 barres à œils en fer forgé à la presse hydraulique, destinées à un pont du Kentucky.

Ces essais établissent que, dans l'œil forgé à la presse hydraulique, il n'y a qu'une section à déterminer, parce que la cassure de la tête à œil, au lieu de se produire dans le prolongement longitudinal de la barre, a lieu indifféremment suivant un rayon quelconque.

Le contour de la tête est donc une circonférence concentrique à la cheville.

Dans les deux séries d'expériences dont nous venons de parler, on adopta, pour la formation de la table suivante, cette règle de n'établir dans chaque cas les rapports du diamètre de la cheville, de la largeur de la barre et de la largeur pleine en travers, que quand on avait obtenu ce résultat, que trois barres semblables avaient été rompues avant que la moindre trace de fissure se fût produite dans l'œil. Le tableau suivant, dont l'usage sera expliqué plus loin, résume les résultats :

LARGEUR de la BARRE	DIAMÈTRE de la CHEVILLE	N° 1 OEILS FORGÉS AU MARTEAU		N° 2 OEILS FORGÉS A LA PRESSE HYDRAULIQUE	
		LARGEUR totale du métal dans la coupe transversale de la tête	ÉPAISSEUR maximum de la barre	LARGEUR totale du métal dans la coupe transversale de la tête	ÉPAISSEUR maximum de la barre
1.00	0.67	1.33	0.21	1.50	0.21
1.00	0.75	1.33	0.25	1.50	0.25
1.00	1.00	1.50	0.38	1.50	0.38
1.00	1.25	1.50	0.54	1.60	0.54
1.00	1.33	»	»	1.70	0.59
1.00	1.50	1.67	0.70	1.85	0.70
1.00	1.75	1.67	0.88	2.00	0.88
1.00	2.00	1.75	1.08	2.25	1.08

Répétons les quatre règles invariables suivantes, conséquences de ce qui précède :

1° La largeur totale du métal, dans une coupe transversale de la tête, croît avec le rapport du diamètre de la cheville à la largeur de la barre.

2° Dans les œils forgés à la presse hydraulique, la tête de l'œil est circulaire.

3° Dans les œils forgés au marteau, on doit déterminer la largeur de la tête dans le sens de la barre, et dans le sens perpendiculaire à la barre.

4° Une cheville d'un diamètre égal à $\frac{66}{100}$ de la largeur de la barre est la plus petite qui rompra invariablement cette barre, sans se briser elle-même, en la faisant travailler à la résistance de rupture.

L'importance du premier de ces faits est capitale, et apparaît au premier coup d'œil. En effet, la cheville d'assemblage de deux portions d'une corde d'une travée donnée peut recevoir différentes attaches :

Celles des barres de la corde elle-même, à la largeur desquelles le diamètre de la cheville peut être dans le rapport de 0,75 à 1 ; celles des tiges, dans le rapport de 1,25 à 1, par exemple ; et enfin celles des contre-tiges, dans le rapport de 2 à 1, par exemple. Si les têtes à œils ne sont pas toutes dans les proportions déterminées par les expériences que nous venons de rapporter, les cordes, les tiges et les contre-tiges seront beaucoup trop faibles.

Ce défaut existe dans beaucoup de grands ponts, en raison de la croyance erronée que le rapport de la largeur du métal, dans la coupe en travers sur la tête à œil, à la largeur de la barre, est une constante, et ne dépend ni du mode de fabrication, ni du diamètre de la cheville.

La fig. 77) donne pour chacune des deux fabrications dont il a été parlé, les proportions des têtes de barres à œil, quand les épaisseurs de la barre et de l'œil sont les mêmes, et quand la cheville est d'un diamètre égal à la largeur de la barre.

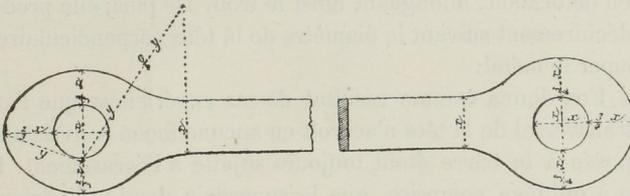


Fig. (77).

L'œil forgé à la presse hydraulique est très-solide, en raison surtout de la facilité avec laquelle on obtient la forme circulaire à la matrice. — Il ressort, de plus, des 111 expériences dont on vient de parler que, pour une largeur constante de

la barre à œil, on peut employer des chevilles de diamètres différents, à condition toutefois qu'ils ne soient pas moindres que les $\frac{2}{3}$ de la largeur de la barre ; mais l'épaisseur maxima de la barre est entièrement dépendante du diamètre correspondant de la cheville.

Un exemple fera comprendre facilement l'usage des tableaux ci-dessus.

Supposons qu'il s'agisse d'une tête à œil forgée à la presse hydraulique.

Si une barre de 4 pouces (0^m102) est attachée à une cheville de 3 pouces (0^m076), la largeur pleine en travers de l'œil sera $4 \times 1,50 = 6$ pouces ($0^m102 \times 1,50 = 0^m152$), et le maximum d'épaisseur de la barre $4 \times 0,25 = 1$ pouce ($0^m102 \times 0,25 = 0^m025$). Si cette même barre était attachée à une cheville de 7 pouces (0^m198), la largeur du métal en travers de l'œil doit être $4 \times 2 = 8$ pouces ($0^m102 \times 2 = 0^m204$), et l'épaisseur maxima $4 \times 0,88 = 3,52$ ($0^m102 \times 0,88 = 0^m089$). Après examen, on voit facilement que, dans le tableau, les dimensions correspondantes des barres à œils et les diamètres des chevilles ne correspondent pas toujours aux résultats que donneraient les coefficients de la fig. (77). Dans les constructions en vue desquelles on faisait les expériences, on n'employa que les dimensions qui en furent directement conclues et qui ne donnèrent lieu à aucune brisure dans une tête de barre à œil bien fabriquée.

Les expériences de Saint-Charles furent faites sur des barres variant de 4×1 pouces ($0^m102 \times 0^m025$) à $2 \frac{1}{2} \times \frac{5}{8}$ ($0^m063 \times 0^m015$), tandis que celle du pont du Kentucky n'en furent faites que sur des barres de 3 pouces (0^m076), et de longueurs uniformes.

Sir Charles Fox appela, de son côté, l'attention des constructeurs, vers 1865, sur l'importance qu'il y a à employer un diamètre de cheville qui corresponde à une surface de portée suffisante.

Il démontra que, lorsque la cheville est trop petite, elle écrase le métal de la tête à l'endroit où se produit l'effort direct, c'est-à-dire suivant le rayon dans le sens de la barre, en déformant, allongeant ainsi le trou. De plus, elle produit ainsi une tendance de déchirement suivant le diamètre de la tête perpendiculaire à la barre, et finit par couper le métal.

Sir Charles Fox donna comme résultat de ses expériences que l'augmentation du diamètre transversal de la tête n'accroît en aucune façon sa résistance, la partie de la tête opposée à la barre étant toujours sujette à l'écrasement. Il faut, pour avoir une tête à œil bien comprise, que la superficie demi-cylindrique de la tête portant sur la cheville soit un peu plus qu'égale à la plus petite section transversale pleine, résultat qu'on n'obtient qu'en donnant un diamètre suffisant à la cheville. Comme conclusion pratique, M. Fox recommanda que, dans une tête de 10 pouces (0^m254) de diamètre, la cheville eût 6 pouces $\frac{2}{3}$ (0^m168) de diamètre,

que la somme des largeurs du fer sur les deux côtés du trou fût de 10 pour 0/0 plus grande que celle du corps lui-même.

Il signalait, comme une erreur grossière et une violation flagrante des principes ci-dessus, ce fait que, dans un pont suspendu qui venait d'être érigé, les têtes de barres ayant 10 pouces (0^m254), et les chevilles 2 pouces (0^m051) seulement de diamètre, les deux tiers du métal dans les barres étaient inutiles.

Ainsi qu'on le voit par ce qui précède, les dimensions proportionnelles des barres à œils des têtes et des chevilles doivent être l'objet d'une étude sérieuse dans les ponts en fer où la corde inférieure est presque toujours composée de barres à œils; c'est presque, dirons-nous, une question vitale.

