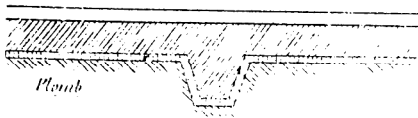
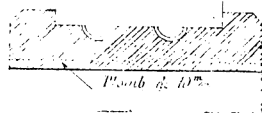


Chapitre XI.

Appareils de dilatation.

§. 1^{er} — Plaques d'appui des petits ouvrages.

265. Pour les ouvrages ordinaires de moins de 10^m d'ouverture, dont les poutres principales sont placées sous rails, les extrémités reposent sur des plaques de plomb de 0,02 d'épaisseur qui sont encastrées dans le couronnement en pierre de taille des culées, pour éviter le laminage au passage des trains.

Fig. 162^aFig. 162^b

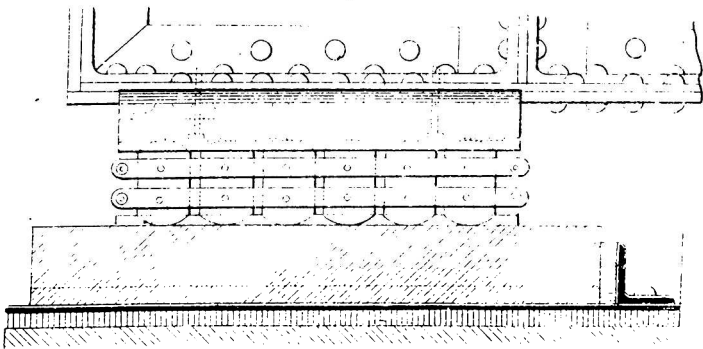
Pour les ouvrages à poutres principales de rive au dessous de 10^m jusqu'à 20^m d'ouverture, on emploie des plaques de friction en fonte du modèle indiqué par le croquis ci-contre (Fig. 162^a et 162^b).

Au dessous de 20^m00 d'ouverture les plaques de friction remplissent assez mal le but; on est obligé de les remplacer aujourd'hui par des appareils à rouleaux, pour arrêter la dislocation des maçonneries. Cet effet se produit notamment aux ouvrages biais.

A d'autres ouvrages où les maçonneries ont résisté, nous avons constaté que le libre jeu de la dilatation ne peut pas s'exercer à cause de l'effort de frottement à vaincre; il se produit alors des efforts anormaux dans les poutres qui deviennent considérables pour une portée un peu grande.

§. 2. Appareils de dilatation des ouvrages moyens.

Fig. 163.



266. Lorsque la charge sur les appuis n'est pas très forte, c'est-à-dire pour des ouvrages à une voie ayant moins de 25^m de portée, et pour des ouvrages à 2 voies de 15 à 20^m de portée, on emploie la disposition des rouleaux indiquée par le croquis ci-contre.

M. l'Ingénieur Contamin dans son cours de résistance appliquée (Page 213) admet que l'on

peut considérer les pressions sur chaque rouleau comme variant suivant les ordonnées d'une ligne droite.

Cette hypothèse détermine la pression sur le 1^{er} rouleau qui est donnée par l'expression ci-après :

$$P = \frac{2T}{n}$$

Dans laquelle on a :

P , pression sur le 1^{er} rouleau,

T , charge totale sur l'appui,

n , nombre de rouleaux.

§ 3. Appareils de dilatation des grands ouvrages.

267. Lorsque la charge sur les appuis est considérable, c'est-à-dire

lorsque les portées dépassent celles que nous avons indiquées précédemment, il devient nécessaire de répartir uniformément les pressions sur chaque rouleau; et, dans ce but, on emploie des appareils à pivot ou à genouillère. Nous indiquons par les croquis ci-contre les dispositions des appareils de différents ouvrages du Réseau d'Orléans.

Les n^{os} 1, 2, 3 et 4 ont été directement appliqués à des ouvrages neufs; les n^{os} 5 et

5^{bis} s'appliquent à des ouvrages existants où l'on a remplacé les plaques de friction par des rouleaux de dilatation. Sur les appuis fixes les plaques de friction ont été conservées. Les rouleaux sont en acier moulé et les pièces au-dessus des rouleaux en acier forgé.

On emploie des segments de rouleaux lorsqu'il n'y

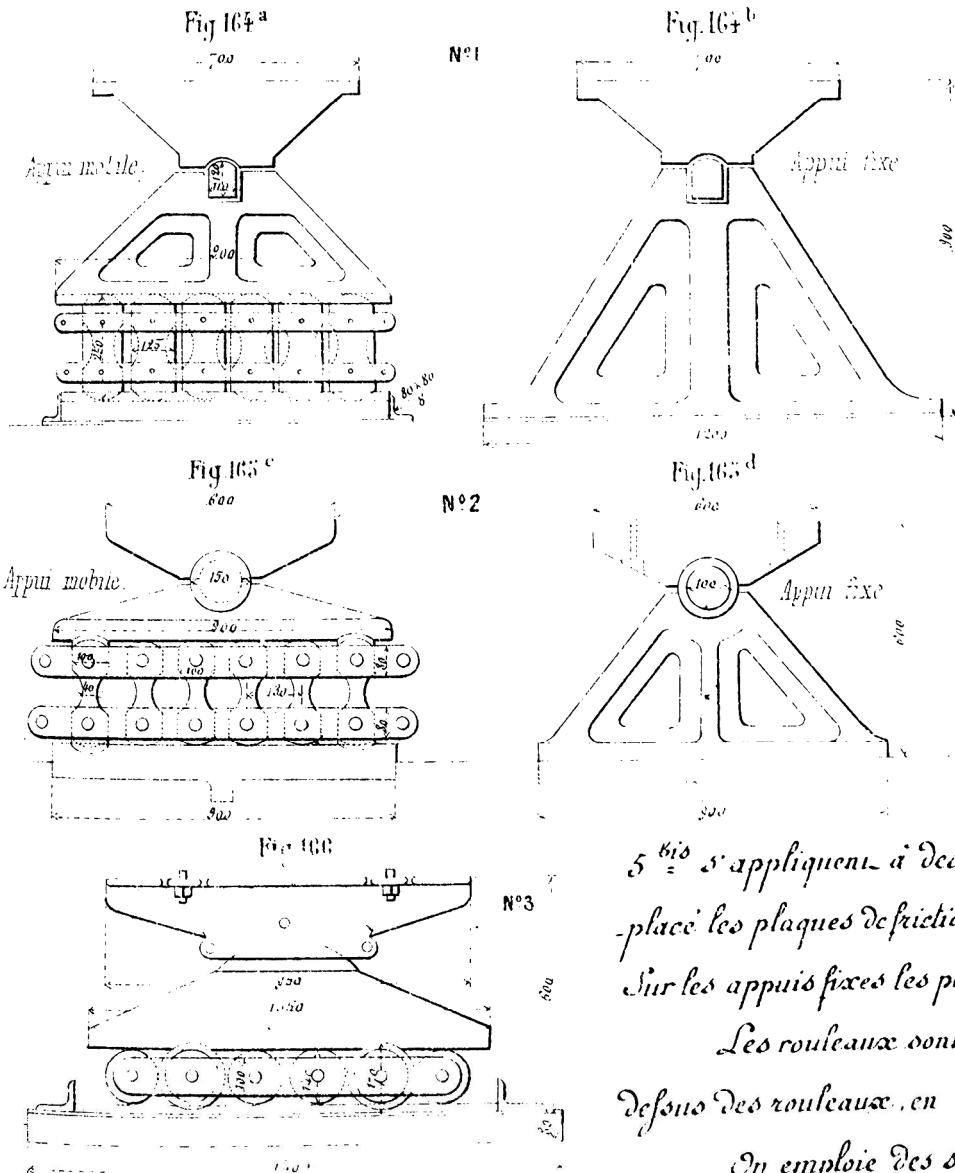


Fig. 167^a

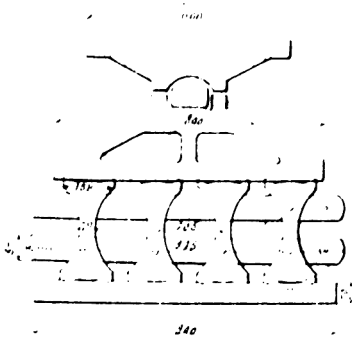
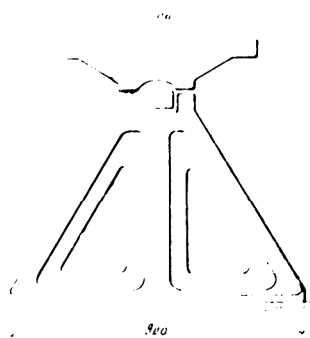


Fig. 167^b



N° 4

à qui une longueur de 50 à 60^m environ de poutre qui se dilate sur l'appareil.

Pour une longueur plus grande, on doit employer des rouleaux cylindriques complets, attendu que des segments de même hauteur pourraient prendre une

position trop inclinée et même se déverser. Le coefficient de dilatation linéaire du fer, étant égal à 0,00012, le déplacement du tablier pour une différence de température de 30° est de :

$$d = \pm l \times 0,00036.$$

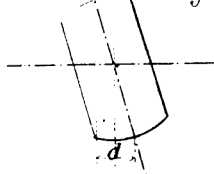
Celui du segment de rouleau étant égal à 1/2 d, il convient de se rendre compte de l'inclinaison maximum qu'il peut prendre au moyen d'une petite épure (Fig. 170). Cette épure montre que l'inclinaison est inversement proportionnelle à la hauteur du segment de rouleau.

Pour les ponts de grande portée les calculs obligent à donner un grand diamètre aux appareils, et l'on peut ainsi employer des segments au lieu de rouleaux cylindriques, sans qu'il puisse se produire de déversement.

Quelle que soit l'ouverture de l'ouvrage, il est nécessaire que les appareils soient facilement accessibles, parce qu'ils ne fonctionnent qu'à la condition d'être nettoyés de temps en temps.

$\frac{d}{2}$

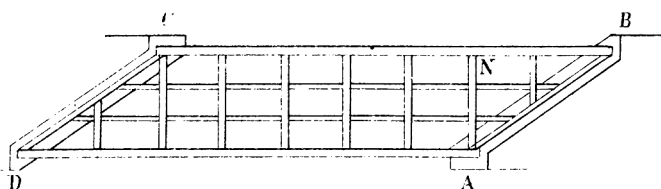
Fig. 170



§. 4 - Choix des appuis fixes et mobiles.

268. Pour les ouvrages moyens l'appui fixe est constitué par une simple plaque de friction. Pour les grands ouvrages la disposition de l'appui fixe est indiquée par les figures 164^b et 165^b.

Fig. 171



Dans les ponts à travées indépendantes en palier, les appuis fixes se placent indifféremment sur une culée et les appareils de dilatation sur l'autre.

Lorsqu'ils sont très-biais (Fig. 171), si les appuis A et B sont fixes, l'angle N des entretoises

se déforme par l'effet de la dilatation. Il faut donc qu'un seul des 4 points d'appui soit fixe, et que les 3 autres soient mobiles.

Si le tablier est en pente, l'appareil fixe se met toujours à l'aval de manière que la dilatation se produise vers l'amont. Lorsque la longueur atteint 25 à 30 m il est même nécessaire, si la pente dépasse 15^{m/m}, de munir la culée d'aval de plaques de butée en métal, pour assurer la fixité de l'extrémité de la poutre du même côté.

Pour les ponts à travées solidaires on place généralement les points fixes sur une pile centrale, et des appareils de dilatation à tous les autres appuis.

§.5. Rails compensateurs.

269. Lorsqu'une longueur continue de poutre de 50 mètres et au-dessous, s'allonge d'un même côté, on place à l'extrémité du tablier un joint compensateur à chaque file de rails, de manière que la dilatation puisse s'effectuer aussi bien dans la voie que dans le tablier.

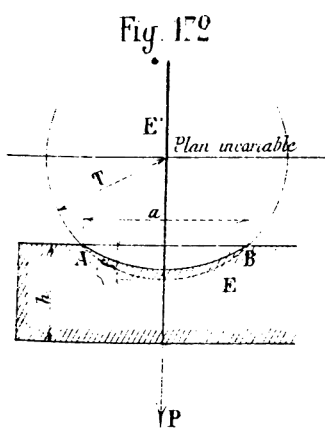
Pour un ouvrage composé de plusieurs grandes travées indépendantes, il convient de mettre les appareils fixes sur les piles à numéros impairs, par exemple, et les appareils à rouleaux sur les piles à numéros pairs.

On n'a ainsi à installer de joints compensateurs dans la voie que de deux en deux travées.

§.6. Calcul des rouleaux.

270. Le calcul est exactement le même pour un segment de rouleau que pour un rouleau complètement cylindrique.

Sous l'action d'une charge totale maximum P qui s'exerce uniformément sur toute la longueur l du rouleau, la surface de contact entre le rouleau et la plaque d'appui inférieure s'est élargie, et elle a pour section une courbe AB qui résulte de l'aplatissement du rouleau et de sa pénétration dans la plaque. Appelons a la corde AB et R_{max} la compression maximum par unité de surface



qui résulte de l'application de la force P

E , coefficient d'élasticité de la plaque d'appui .

et h , son épaisseur .

E' , coefficient d'élasticité du rouleau .

et r , son rayon .

On a d'après M. M. Contamin et Rééal :

$$P = \frac{2}{3} R_{max.} (a l) \quad (1)$$

$$R_{max.} = \left[\frac{E E'}{E' h + E r} \right] f \quad (2)$$

D'où l'on déduit pour la valeur de (a)

$$a = \frac{3 P}{2 l R_{max.}} \quad (3)$$

Si l'on considère que :

$$f = r - \sqrt{r^2 - \frac{a^2}{8}} \quad (4)$$

Et d'autre part, en faisant :

$$K = \left(\frac{E}{E' \frac{h}{l} + E} \right) \quad (5)$$

On obtient :

$$r^2 = \frac{K^2 E'^2 a^2}{4 R_{max.} (2 K E' - R_{max.})} \quad (6)$$

La valeur de $R_{max.}$ étant deux mille fois plus petite que celle de E' , la valeur de r^2 , peut se mettre sous cette forme :

$$r^2 = \left(\frac{K E'}{8 R_{max.}} \right) a^2 = \frac{9}{32} \times \frac{K E' P^2}{l^2 R_{max.}^3} \quad (7)$$

Si par exemple la plaque d'appui est en fonte et les rouleaux en acier on a :

$$E' = 20 \times 10^9 \quad (\text{acier})$$

$$E = 9 \times 10^9 \quad (\text{fonte})$$

Et si l'on fait $h = r$ on a :

$$K = \frac{9}{29}$$

La formule (7) devient alors :

$$r^2 = \frac{81}{928} \times \frac{E' P^2}{l^2 R_{max.}^3} \quad (7 \frac{bis})$$

Dans le cas où la plaque d'appui et les rouleaux sont entièrement en acier ou en fonte on a :

$$r^2 = \frac{9}{64} \times \frac{E P^2}{l^2 R_{max.}^3} \quad (8)$$

Les valeurs de R_{max} sont fixées à l'art. 2 du Règlement du 29. Août 1891 ; elles sont de 6^k pour la fonte et de 8^k50 pour l'acier.

Nous pensons qu'en raison du prix actuellement bien réduit de l'acier moulé, il conviendrait de n'employer que ce métal pour les rouleaux de dilatation. La formule (8) se simplifierait beaucoup et l'on aurait :

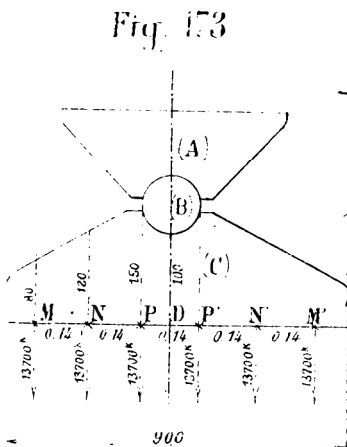
$$r = \frac{P}{l} \times 0,0000216 \quad (8 \text{ ter})$$

L'application de la formule (8 ter) donne une pression de 0^k23 par m^2 de section diamétrale.

M. l'Ingénieur Deslandrea a publié dans les *Annales des Ponts et Chaussées* (Juin 1893), un mémoire relatif aux expériences qu'il a faites sur les rouleaux de dilatation. Il conseille d'adopter, pour les ouvrages à construire, les limites pratiques ci-après par m^2 de section diamétrale :

- 1°. 0^k22 lorsque les rouleaux et les plaques sont en fonte,
- 2°. 0^k18 lorsque les rouleaux sont en acier et les plaques en fonte.

§. 7. Calcul de la pièce reposant sur les rouleaux.



271. La charge supportée par la pièce supérieure A peut être supposée comme uniformément répartie.

En considérant la pièce inférieure (C) comme appuyée en B, elle est soumise à l'action de 6 forces égales produites par la réaction des rouleaux en MNP $P'N'M'$.

On a pour le moment fléchissant dans la section BD :

$$\mu = 13.700^k (0,35 + 0,21 + 0,07) = 13.700 \times 0,63 = 8631.$$

Dans cette même section on a :

$$I = \frac{1}{12} \times 0,80 \times 0,10^3 = 0,000067.$$

$$D'où R = \frac{8631 \times 0,05}{0,000067} = 6^k50 \text{ par } m^2 \text{ de section diamétrale.}$$

Pour l'effort tranchant, on a :

$$\text{entre M et N} \quad T = 13.700^k, \text{ soit } \frac{13.700}{80 \times 800} = 0^k21$$

$$\text{entre N et P} \quad T = 27.400^k, \text{ soit } \frac{27.400}{120 \times 800} = 0^k28$$

$$\text{entre P et P'} \quad T = 41.100^k, \text{ soit } \frac{41.100}{150 \times 800} = 0^k34$$

Le travail du pivot par m^2 de section diamétrale est de :

$$\frac{6 \times 13.700}{800 \times 150} = 0^k68.$$