TRAVÉES DONT LES CORDES SONT HORIZONTALES ET LES BRAS INCLINÉS, DONT LES TIGES ONT UNE INCLINAISON DIFFÉRENTE DE CELLE DES BRAS, ET QUI SUPPORTENT UN POIDS MORT ÉGALEMENT RÉPARTI ET UN POIDS ROULANT.

Travée double (système Post) dont la corde supérieure est divisée en un nombre pair de mailles.

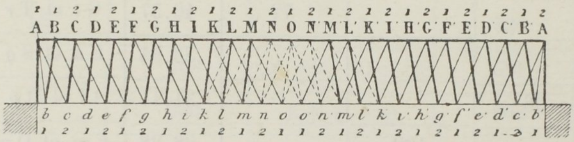

Fig. (63).

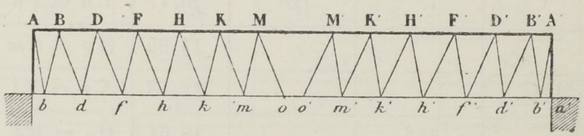

Fig. (64).

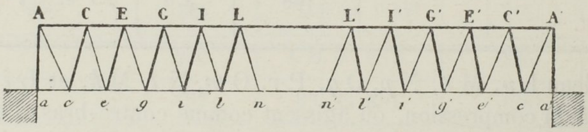

Fig. (65).

Il n'y a guère d'usitée, dans ces conditions, que la poutre Post, fig. (63), dans laquelle les montants se projettent horizontalement sur la moitié d'une maille, et les tiges sur une maille et demie.

Sous l'action du poids total, la travée peut être considérée comme se subdivisant en deux travées simples, dont l'une est représentée dans la fig. (64), et que nous désignerons, comme antérieurement, puisque ses bras se rencontrent au centre, travée n° 1; et l'autre, dans la fig. (65), que nous appellerons travée n° 2.

Dans les deux, nous avons omis les contre-bras.

Forces horizontales. — Si le poids total est sur la corde inférieure, la travée n° 1, ayant l'extrémité d'une maille près de la culée, doit être considérée comme supportant le poids qui vient directement sur la culée, et qui est le quart du poids d'une maille, puisque le nœud est à une distance égale à la longueur d'une demi-maille à partir de la culée. Sur le nœud qui est ensuite le plus rapproché de la culée, repose le poids d'une demi-maille d'un côté, et le poids d'un quart de maille de l'autre, ce qui fait, en tout, le poids de trois quarts de maille.

Soient $l =$ la longueur de la travée,

$d =$ la hauteur de la travée,

$p =$ la longueur d'une maille ou d'une portion quelconque de la corde supérieure, Le poids w est sur la corde inférieure.

La travée simple n° 1 porte le poids $\frac{w}{2} + \frac{w\,p}{l}$, et la travée simple n° 2 le poids $\frac{w}{2} - \frac{w\,p}{l}$.

Soit x la distance de la culée à un point quelconque sur la corde inférieure de la travée n° 1; le moment de la réaction de la culée est alors $\frac{w\,x}{4} - \frac{w\,p\,x}{2\,l}$, le moment du poids appliqué directement sur la culée, $\frac{w\,p\,x}{4\,l}$, du poids sur le nœud suivant $\frac{3\,p\,w}{4\,l}\left(x - \frac{p}{2}\right)$, et, sur le reste de la travée, $\frac{1}{2}$ de $\frac{w}{l}\left(x - \frac{5\,p}{2}\right)\left(x - \frac{p}{2}\right)$; d'où nous avons :

$$\mathrm{H} = \frac{w\,x}{4\,d} - \frac{w\,x^2}{4\,d\,l} + \frac{p\,w\,x}{4\,d\,l} + \frac{p^2\,w}{16\,d\,l}, \tag{104}$$

représentant les compressions sur les parties de la corde supérieure vis-à-vis les extrémités des longueurs x mesurées sur la corde inférieure.

Prenant les moments par rapport aux sommets de la travée n° 1 sur la corde supérieure aux distances x' de la culée, nous obtenons pour les tensions sur les parties de la corde inférieure de cette travée simple vis-à-vis de ces points,

$$\mathrm{H}' = \frac{w\,x'}{4\,d} - \frac{w\,x'^2}{4\,d\,l} + \frac{p\,w\,x'}{4\,d\,l} - \frac{p^2\,w}{8\,d\,l}. \tag{105}$$

Des moments par rapport aux points de la corde inférieure de la travée simple n° 2, à une distance x'' de la culée, nous déduirons les compressions sur les parties de la corde supérieure vis-à-vis de ces points :

$$\mathrm{H}'' = \frac{w\,x''}{4\,d} - \frac{w\,x''^2}{4\,d\,l} - \frac{p\,w\,x''}{4\,d\,l} + \frac{3\,p^2\,w}{16\,d\,l}, \tag{106}$$

et, pour les parties de la corde inférieure de la même travée, à une distance x''' de la culée vis-à-vis des points correspondants de la corde supérieure :

$$\mathrm{H}''' = \frac{w\,x'''}{4\,d} - \frac{w\,x'''^2}{4\,d\,l} + \frac{w\,p\,x'''}{4\,d\,l}. \tag{107}$$

La force sur les parties de la corde supérieure de la double travée est obtenue en faisant x, x'' des équations (106 et 104) égale à $x'' + p$, $x + p$ et en ajoutant l'équation ainsi changée aux équations (104, 106), d'où nous avons pour les compressions sur ces parties, vis-à-vis les points de la corde inférieure de la travée n° 1 :

$$\mathrm{H} = \frac{w\,l}{8\,d} - \frac{w}{2\,d\,l}\left(z - \frac{p}{2}\right)^2 - \frac{p^2\,w}{8\,d\,l}, \tag{108}$$

x ayant été faite égale à $\frac{l}{2} - z'$.

Pour les compressions sur les parties vis-à-vis des points de la corde inférieure de la travée n° 2, nous aurons en faisant x'' égale à $\frac{l}{2} - z'$:

$$\mathrm{H} = \frac{w\ l}{8\ d} - \frac{w}{2\,d\,l}\left(z' - \frac{p}{2}\right)^2 + \frac{3\,p^2\,w}{8\,d\,l}, \tag{109}$$

z et z' étant respectivement les distances du centre de la travée aux extrémités de la maille considérée des travées simples n° 1 et n° 2.

La tension sur la corde inférieure de la travée double est trouvée en faisant x''' x' des équations (107, 105) égale à $x' + p$, $x''' + p$, et en ajoutant l'équation ainsi changée aux équations (105, 107) ; d'où la force vis-à-vis le point de la corde supérieure de la travée n° 1 est en faisant $x' = \frac{l}{2} - z$:

$$\mathrm{H} = \frac{w\ l}{8\ d} - \frac{8\,d}{2\,d\,l}\left(z + \frac{p}{2}\right)^2; \tag{110}$$

et, vis-à-vis les points de la corde supérieure de la travée n° 2, en faisant $x''' = \frac{l}{2} - z'$:

$$\mathrm{H} = \frac{w\ l}{8\ d} - \frac{w}{2\,d\,l}\left(z' + \frac{p}{2}\right)^2 - \frac{p^2\,w}{2\,d\,l}. \tag{111}$$

Forces verticales dues au poids mort. — Comme dans les autres travées composées, les forces verticales, dans ce cas, sont indépendantes l'une de l'autre et peuvent être déduites des équations horizontales de la corde supérieure des travées simples et sont :

$$V = \frac{w}{4} - \frac{w}{2\,l} \left(u - \frac{p}{2}\right) \tag{112}$$

pour la travée n° 1, u étant la distance de la culée à un point à mi-chemin entre les nœuds chargés de cette travée simple, et :

$$V = \frac{w}{4} - \frac{w}{2\,l} \left(u' + \frac{p}{2}\right) \tag{113}$$

pour la travée n° 2, u' étant la distance correspondante dans cette travée.

Forces verticales dues au poids roulant. — Cette travée présente une particularité : les parties des travées simples sont réunies par les contre-bras du même côté du centre. Supposons le point l chargé ; la portion du poids qui est alors portée par la culée de droite est reportée de là par les bras en passant par les points M, m, N, n, jusqu'en O ; de O elle peut passer à o, de là à N' et de là seulement, à travers les bras de la travée simple n° 2, à la culée ; ou de O elle peut passer à o, de là à M et de là seulement, à travers les bras de la travée n° 1, à la culée ; ou bien encore, de O elle peut passer en partie par o et en partie par o' ; mais, comme la plus grande force doit être prévue, chaque travée simple doit être calculée de façon à résister à la force totale qu'elle peut avoir à supporter.

Supposons que w' représente, comme auparavant, le poids roulant, et que le poids partiel s'étende de l'une des culées à une distance $(l - u)$ moindre que $\frac{l}{2}$; u dans ce cas, étant la distance de la culée la plus éloignée au centre d'une maille de la double travée, la réaction de cette culée est, puisque le nœud de la première maille ne peut porter que $\frac{3\,w'p}{4\,l}$:

$$V = \frac{w'}{2\,l^2}\left[(l - u)^2 - \frac{p^2}{4}\right] \tag{114}$$

Ce serait là la force verticale due au poids partiel sur les bras, entre la fin du poids et la culée non chargée, s'il n'y avait pas de force produite par le poids constant de la travée.

Comme cette force (éq. 114) passe de l'extrémité du poids vers le centre, elle rencontre les forces constantes de la travée, éq. (112 et 113), venant du centre, dont la moindre neutralise sa plus grande valeur ; et puisque la force due au poids roulant passe à travers les contre-bras d'une des travées simples à l'autre, la même force du poids roulant rencontre la force due au poids mort des deux travées simples, différant, sous ce rapport, de son action dans les autres travées composées.

Supposons que chaque nœud de la culée de gauche jusqu'au point m compris, soit complètement chargé ; alors l'éq. (114), quand u est la distance de la culée de droite à un point situé à mi-chemin entre m et n, est la portion du poids supportée par la culée de droite. Une partie de cette force, au point I, rencontre la force constante de la travée simple n° 2, et le reste de cette force rencontre la force constante de la travée n° 1, au point m. Si u et u', dans les éq. (112) et (113), deviennent plus grands que $\frac{l}{2}$, et que la différence, dans leurs valeurs successives, soit maintenue constante, chacun représente les distances au centre des mailles inférieures de l'autre travée simple que celle à laquelle il appartenait d'abord, et V, dans chaque équation, devient négative, indiquant ainsi une force verticale venant de la culée à partir de laquelle u et u' sont mesurés. Si u d'une équation est fait égal à $u' + p$ de l'autre équation, et si les équations sont additionnées, nous aurons,

$$\frac{w}{2} - \frac{w}{l}\left(u' + \frac{p}{2}\right) \tag{115}$$

pour le montant de la force verticale due au poids mort qui rencontre la force de l'éq. (114), quand u' est plus grand que $\frac{l}{2}$; (si u' de l'autre équation a été changé et les deux ajoutés, l'équation résultante serait la même.)

L'expression (115) est négative, donc la différence entre elle et l'éq. (114) peut être obtenue en les additionnant ; donc

$$V = \frac{w'}{2\,l^2}\left[(l-u)^2 - \frac{p^2}{4}\right] + \frac{w}{2} - \frac{w}{l}\left(u' + \frac{p}{2}\right) \tag{116}$$

est, tant qu'elle est positive, une force allant vers la culée à partir de laquelle u est mesuré. Quand elle est négative, elle passe à l'autre culée et cesse d'être utile, car elle indique une force moindre que quand le poids s'étend à la même distance de l'autre culée.

La valeur de u diffère de celle de u', et voici comment : Supposons que le segment de a à m est chargé comme avant, alors u' de la dernière partie de l'équation est la distance de la culée de droite à n, ou au milieu d'une maille d'une travée simple ; mais, dans ce cas, u est la distance de la même culée, au centre d'une maille de la travée double, à mi-chemin entre m et n ; d'où $u = u' + \frac{p}{2}$, et l'équation devient :

$$V = \frac{w'}{2\,l^2}\left[(l-u)^2 - \frac{p^2}{4}\right] + \frac{w}{2} - \frac{w\,u}{l} \tag{117}$$

Cette équation est vraie seulement depuis sa valeur positive jusqu'au centre. Quand le poids couvre la moitié de la travée, la force verticale à la culée non chargée peut prendre trois voies, comme nous l'avons déjà expliqué.

Premièrement, supposons que toute cette force passe entièrement du point o à N, ou de o' à N ; alors, puisque $u = \frac{l}{2}$, l'éq. (114) devient :

$$V = \frac{w'}{8} - \frac{p^2\,w'}{8\,l^2}, \tag{118}$$

et c'est là la force verticale sur les bras de la travée simple n° 2 ; et, comme le poids s'éloigne et que les points successifs de cette travée simple deviennent chargés, nous avons pour l'effort qu'ils supportent dans l'espace $\frac{l}{2} - u$:

$$\frac{w'}{4\,l^2}\left[(l-u')^2 - \frac{p^2}{4} - \frac{p\,l}{2}\right] - \frac{w'}{16}; \tag{119}$$

en ajoutant cette équation à l'éq. (118), nous avons :

$$V = \frac{w'}{4\,l^2}\;(l-u')_2\;+\frac{w'}{16} - \frac{3\,p^2\,w'}{16\,l^2} - \frac{w'\,p}{8\,l} \tag{120}$$

et, en additionnant encore avec l'éq. (113), nous avons :

$$V = \frac{w'}{4\,l^2}\left(l-u'\right)^2 + \frac{w'}{16} - \frac{3\,p^2 w'}{16\,l^2} - \frac{p\,w}{8\,l} + \frac{w}{4} - \frac{w}{2\,l}\left(u' + \frac{p}{2}\right), \tag{121}$$

qui nous donne le total de la force verticale, ou la composante verticale de la force, dans les bras de la travée simple n° 2, quand le poids couvre plus de la moitié de la travée.

Quand la travée est à moitié chargée, la force de tous les points, excepté de celui le plus rapproché du centre, peut passer à travers les bras de la travée n° 1 jusqu'à la culée non chargée, ou quand $u = \frac{l}{2} + p$, et l'éq. (114) est par conséquent :

$$V = \frac{w'}{8} + \frac{p\,w'}{2\,l} + \frac{3\,p^2\,w'}{8\,l^2}\,. \qquad (122)$$

Le poids sur les points de la maille de la travée n° 1, dans l'espace $\frac{l}{2} - u$, est:

$$V = \frac{w'}{4\,l^2}\left[(\,-u)^2 - \frac{p^2}{4} + \frac{p\,l}{2}\right] - \frac{w'}{16} \qquad (123)$$

et, en additionnant avec l'éq. (112), nous avons :

$$V = \frac{w'}{4\,l^2}(l-u)^2 + \frac{w'}{16} - \frac{3\,p\,w'}{8\,l} + \frac{5\,p^2\,w'}{16\,l^2} + \frac{w}{4} - \frac{w}{2\,l}\left(u - \frac{p}{2}\right), \qquad (124)$$

qui représente le maximum des forces verticales dans les bras de la travée n° 1.

Exemple. — Soient, dans la fig. (63),

$l = 312$ pieds, la longueur de la travée,

VALEURS de z dans l'éq. (108)	VALEURS de z dans l'éq. (109)	FORCES EN TONNES	COMPRESSION SUR	VALEURS de z Eq. (110)	VALEURS de z Eq. (111)	FORCES EN TONNES	TENSION SUR
6		759,375	N O et O N'	0		759,375	*o o'*
	18	759,375	M N et N' M'		12	745,875	*n o* et *o' n'*
30		741,375	L M et M' L'	24		732,375	*m n* et *n' m'*
	42	723,375	K L et L' K'		36	700,875	*l m* et *m' l'*
54		687,375	I K et K' I'	48		669,375	*k l* et *l' k'*
	66	651,375	H I et I' H'		60	619,875	*i k* et *k' i'*
78		597,375	G H et H' G'	72		570,375	*h i* et *i' h'*
	90	543,375	F G et G' F'		84	502,875	*g h* et *h' g'*
102		471,375	E F et F' E'	96		435,375	*f g* et *g' f'*
	114	399,375	D E et E' D'		108	349,875	*e f* et *f' e'*
126		309,375	C D et D' C'	120		264,375	*d e* et *e' d'*
	138	219,375	B C et C' B'		132	160,875	*c d* et *d' c'*
150		111,375	A B et B' A'	144		57,375	*b c* et *c' b'*

$d = 24$ pieds, la hauteur de la travée,
$p = 12$ pieds, la longueur d'une maille,
$w' = 312$ tonnes, le poids mouvant,
$w = 156$ tonnes, le poids de la travée.

Pour les forces horizontales sur la corde, nous employons les éq. (108, 109, 110 et 111). En substituant les valeurs des constantes ci-dessus, nous pouvons former le tableau des forces (page 134).

Pour les forces verticales, ou forces ayant des composantes verticales, nous

VALEURS de u dans			FORCES EN TONNES	COMPRESSION SUR	FORCES EN TONNES	TENSION SUR
l'éq. (124)	l'éq. (121)	l'éq. (117)				
0					125,27	$A\,b$ et $A'\,b'$
	6				164,93	$A\,c$ et $A'\,c'$
18			124,70	$B\,b$ et $B'\,b'$	151,19	$B\,d$ et $B'\,d'$
	30		124,37	$C\,c$ et $C'\,c'$	150,79	$C\,e$ et $C'\,e'$
42			107,33	$D\,d$ et $D'\,d'$	125,13	$D\,f$ et $D'\,f'$
	54		98,20	$E\,e$ et $E'\,e'$	119,06	$E\,g$ et $E'\,g'$
66			90,91	$F\,f$ et $F'\,f$	110,22	$F\,h$ et $F'\,h'$
	78		82,26	$G\,g$ et $G'\,g$	99,74	$G\,i$ et $G'\,i$
90			75,37	$H\,h$ et $H'\,h'$	91,38	$H\,k$ et $H'\,k'$
	102	156	67,27	$I\,i$ et $I'\,i'$	81,56	$I\,l$ et $I'\,l'$
114		168	60,93	$K\,k$ et $K'\,k'$	73,88	$K\,m$ et $K'\,m'$
	126	180	53,23	$L\,l$ et $L'\,l'$	64,54	$L\,n$ et $L'\,n'$
138		192	47,37	$M\,m$ et $M'\,m'$	57,44	$M\,o$ et $M'\,o'$
			40,16	$N\,n$ et $N'\,n'$	48,71	$N\,o'$ et $N'\,o$
					31,44	$O\,n'$ et $O\,n$
					19,83	$N'\,m'$ et $N\,m$
					6.27	$M'\,l'$ et $M\,l$

employons l'éq. (117) pour les contre-bras, quand le poids couvre moins que la moitié de la travée ; l'éq. (124) pour les bras de la travée n° 1, et l'éq. (121) pour les bras de la travée n° 2, quand la travée est plus d'à moitié chargée. Chaque bras doit être proportionné pour la plus grande force à laquelle il doit résister. La force verticale doit être multipliée par 1,031 pour les montants, et par 1,25 pour les tiges, qui sont les sécantes de leurs angles.

Le tableau précédent, page 135, indique les forces sur les bras :

La compression sur les montants extrêmes est de 229,5 tonnes.

L'ambiguité résultant de l'arrangement des montants, au centre, et des contre-bras, peut être entièrement évitée, et le poids divisé entre les deux travées simples, comme nous le démontrons dans le cas suivant :

Supposons la poutre Post, décrite dans le cas précédent, ouverte au centre, de façon que les extrémités supérieures des montants du centre soient séparées de la longueur d'une maille ; et nous avons, en ajoutant les tiges, la travée représentée par la fig. (66).

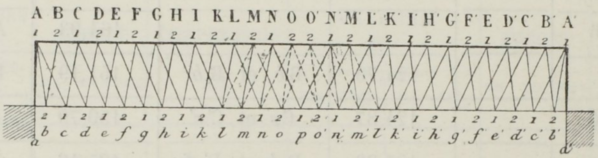

Fig. (66).

Les montants et les tiges ont les mêmes inclinaisons que dans le cas précédent.

Forces horizontales. — Sous l'action d'un poids total uniformément réparti, cette travée peut être séparée, comme précédemment, en deux travées simples dont les nœuds sont indiqués dans la fig. par les numéros 1, 1, etc., et 2, 2, etc.

Soient l = la longueur de la travée,

d = la hauteur de la travée,

p = la longueur d'une maille,

w = le poids total uniforme.

Le poids est sur la corde inférieure.

Comme auparavant, le poids du quart de maille directement sur la culée est considéré comme appartenant à la travée simple dont le dernier nœud est le plus près de la culée. Par conséquent, dans cet exemple, la travée n° 1 porte un poids $\frac{w}{2} - \frac{w\,p}{2\,l}$ et la travée n° 2 un poids $\frac{w}{2} + \frac{w\,p}{2\,l}$.

D'où, en prenant les moments par rapport à un point quelconque de la travée n° 1, sur la corde inférieure, se trouvant à une distance x de la culée, nous obtenons pour la force sur la corde supérieure vis-à-vis ce point :

$$H = \frac{w\,x}{4\,d} - \frac{w\,x^2}{4\,d\,l} + \frac{3\,p^2\,w}{16\,d\,l} \tag{125}$$

et, pour la corde inférieure, vis-à-vis un point quelconque de la maille de la corde supérieure, à la distance x' de la culée :

$$H' = \frac{w\,x'}{4\,d} - \frac{w\,x'^2}{4\,d\,l} \tag{126}$$

Des moments autour des points de la travée n° 2, nous tirons pour la portion de la corde supérieure, vis-à-vis un point quelconque de la corde inférieure, à une distance x'' de la culée :

$$H'' = \frac{w\,x''}{4\,d} - \frac{w\,x''^2}{4\,d\,l} + \frac{p^2\,w}{16\,d\,l} \tag{127}$$

et, pour la partie de la corde inférieure opposée à un point quelconque de la corde supérieure, à la distance x''' de la culée :

$$H''' = \frac{w\,x'''}{4\,d} - \frac{w\,x'''^2}{4\,d\,l} - \frac{p^2\,w}{8\,d\,l} \tag{128}$$

Ces équations sont les forces sur les cordes des travées simples dues à leurs poids séparés. La force dans la corde supérieure de la travée double, vis-à-vis un point quelconque de la maille de la corde inférieure, est la force sur la corde supérieure de la travée simple, au même point, ajoutée à la force sur l'autre travée simple, au nœud suivant de la maille du côté du centre ; d'où nous obtenons une seule équation pour la corde supérieure :

$$H = \frac{w\,l}{8\,d} - \frac{w}{2\,d\,l}\left(z - \frac{p}{2}\right)^2 + \frac{p^2\,w}{8\,d\,l} \tag{129}$$

z étant $= \frac{l}{2} - x$, c'est-à-dire à la distance du centre de la travée au point de la maille de la corde inférieure auquel est opposée la partie dont la force est donnée par cette équation.

Dans la corde inférieure de la travée double, la force en un point quelconque est la force de la travée simple à ce point, ajoutée à la force de l'autre travée simple au nœud de la maille suivante vers la culée, d'où nous obtenons, pour une partie quelconque de la corde inférieure :

$$H = \frac{w\,l}{8\,d} - \frac{w}{2\,d\,l}\left(z' + \frac{p}{2}\right)^2 - \frac{p^2\,w}{4\,d\,l}, \tag{130}$$

z' étant $= \frac{l}{2} - x$, la distance du centre de la travée au milieu d'une maille quelconque de la corde inférieure dont la force est donnée par l'équation.

Forces verticales dues au poids mort. — Comme auparavant, nous la déduisons des équations des forces horizontales de la travée simple, et elle est, pour la travée simple n° 1 :

$$V = \frac{w}{4} - \frac{w\,u}{2\,l}, \tag{131}$$

équation dans laquelle u est la distance de la culée à un point quelconque à mi-chemin entre les nœuds d'une maille de la corde inférieure de la travée n° 1 ; et, pour la travée n° 2, elle est :

$$V = \frac{w}{4} - \frac{w\,u'}{2\,l}, \tag{132}$$

où u' est la distance de la culée à un point à mi-chemin entre les nœuds d'une maille de la corde inférieure de la travée n° 2.

Forces verticales dues à un poids roulant. — Si nous considérons la travée comme à moitié chargée, on verra par la figure que la partie du poids supportée par la culée non chargée, à l'exception de celui sur la maille centrale, passe de la fin du poids à la culée par les bras de la travée simple n° 2. S'il y a moins de la moitié de la travée qui soit chargée, le poids s'étendant d'une des extrémités, la charge supportée par la culée non chargée passe par les contre-bras d'une travée simple à l'autre, jusqu'à ce qu'elle atteigne au centre, au delà duquel elle se rapporte seulement à la travée n° 2, comme nous l'avons vu déjà.

Dans le cas où moins de la moitié est chargée, les conditions sont semblables à celles décrites déjà, et l'équation (114)

$$V = \frac{w'}{2\,l^2}\left[(l-u)^2 - \frac{p^2}{4}\right]$$

donne la force verticale allant à la culée à partir de laquelle u est mesuré, la valeur minima de u étant $\frac{l}{2} + \frac{p}{2}$, et w' étant le poids total.

A cette force il faut ajouter l'équation de la force due au poids mort de la travée, soit équation $\left\{\begin{matrix}131\\132\end{matrix}\right\}$ ajoutée à l'équation $\left\{\begin{matrix}132\\131\end{matrix}\right\}$ quand $\left\{\begin{matrix}u'\\u\end{matrix}\right\}$ est fait égal à $\left\{\begin{matrix}u+p,\\u'+p.\end{matrix}\right\}$

D'où
$$V = \frac{w}{2} - \frac{w}{l}\left(u' + \frac{p}{2}\right) \tag{133}$$

et puisque $u' + \frac{p}{2}$ de cette équation est la distance au même point que u de l'équation (114), nous avons, en additionnant ces équations,
$$V = \frac{w'}{2\,l^2}\left[(l-u)^2 - \frac{p^2}{4}\right] + \frac{w}{2} - \frac{w\,u}{l}. \tag{134}$$

Il est essentiel de se bien pénétrer que u, dans cette équation, est la distance de la culée au centre d'une maille de la travée double, que sa moindre valeur est $\frac{l}{2} + \frac{p}{2}$, et que l'équation ne peut être vraie qu'autant que V est positif.

Quand le poids s'étend depuis une culée jusqu'au delà du centre, nous avons, pour les forces sur les bras de la travée n° 2, la force de l'équation (114) quand $u = \frac{l}{2} + \frac{p}{2}$, ou,
$$V = \frac{w'}{8} - \frac{w'\,p}{4\,l}. \tag{135}$$

Alors, puisque les nœuds successifs de la travée n° 2 deviennent chargés, nous avons, pour la portion du poids passant à la culée non chargée à partir de laquelle u' est mesuré :
$$\frac{w'}{4\,l}\left(\frac{l}{2} - u'\right) + \frac{w}{4\,l^2}\left(\frac{l}{2} - u'\right)^2,$$

qui doit être ajoutée à l'équation (135), et à la force constante de la travée n° 2, équation (132), en sorte que nous avons :
$$V = \frac{w'}{4\,l^2}\left(l - u'\right)^2 + \frac{w'}{16} - \frac{w'\,p}{4\,l} + \frac{w}{4} - \frac{w\,u'}{2\,l}, \tag{136}$$

pour le maximum de force sur les bras de la travée n° 2, dans la maille dont le centre est à une distance u' de la culée.

Jusqu'à ce que le poids roulant, partant de l'une des culées, atteigne le milieu de la travée, il ne produit sur les bras de la travée n° 1, dans la moitié non chargée, aucune force verticale. Comme les points scucessifs vers la culée non chargée viennent sous l'action du poids, nous avons, pour la portion de poids porté par cette culée et pour la plus grande force verticale due au poids roulant dans la maille de la travée n° 1, jusqu'à laquelle u est mesuré :

$$V = \frac{w'}{4\,l^2}(l-u)^2 - \frac{w'}{4\,l^2}\left(\frac{l}{2} - p\right)^2 \qquad (137)$$

et, en additionnant avec l'équation (131),

$$V = \frac{w'}{4\,l^2}\,(l-u)^2 - \frac{w'}{4\,l^2}\left(\frac{l}{2} - p^2\right) + \frac{w}{4} - \frac{w\,u}{2\,l}, \qquad (138)$$

qui nous donne le maximum de force dans la travée n° 1.

Il y a une portion du poids sur la travée n° 1, entre le centre et l'extrémité du poids, qui passe à l'autre culée, c'est-à-dire à celle d'où le poids s'étend, dont la force est reprise au centre par les contre-bras.

Exemple. Soient, dans la fig. (66).

l = 324 pieds, longueur de la travée,

d = 24 pieds, hauteur de la travée,

p = 12 pieds, longueur d'une maille,

w' = 324 tonnes, poids mouvant total,

w = 162 tonnes, poids uniforme permanent.

En substituant les valeurs des constantes dans les équations (129) et (130), w de ces équations étant $w' + w$, ou 486 tonnes, nous aurons le tableau suivant des forces :

VALEURS de z dans l'éq. (129)	FORCES EN TONNES	COMPRESSIONS sur	VALEURS de z dans l'éq. (130)	FORCES EN TONNES	TENSION sur
0	820,125	O O′	6	813,375	$o\ p$ et $p'\ o'$
12	820,125	N O et N′ O′	18	779,875	$n\ o$ et $o'\ n'$
24	811,125	M N et M′ N′	30	777,375	$m\ n$ et $n'\ m'$
36	793,125	L M et L′ M′	42	745,875	$l\ m$ et $m'\ l'$
48	766,125	K L et K′ L′	54	705,375	$k\ l$ et $l'\ k'$
60	730,125	I K et I′ K′	66	655,875	$i\ k$ et $k'\ i'$
72	685.125	H I et H′ I	78	596,375	$h\ i$ et $i'\ h'$
84	631,125	G H et G′ H′	90	529,875	$g\ h$ et $h'\ g'$
96	568,125	F G et F′ G′	102	453,375	$f\ g$ et $g'\ f'$
108	496,125	E F et E′ F′	114	367,875	$e\ f$ et $f'\ e'$
120	415,125	D E et D′ E′	126	273,375	$e\ d$ et $d'\ e'$
132	325,125	C D et C′ D′	138	171,875	$c\ d$ et $d'\ c'$
144	226,125	B C et B′ C′	150	57.,375	$b\ c$ et $c'\ b'$
156	118,125	A B et A′ B′			

En procédant pour les forces verticales, comme nous venons de le faire pour les forces horizontales, c'est-à dire, en substituant les valeurs des constantes dans les équations (138, 136 et 134), et en multipliant les résultats par 1,25 pour les tiges, et par 1,031 pour les montants, nous aurons, pour les forces sur les bras, le tableau suivant :

Valeur de *u* dans l'éq. (134)................	168	180	192	204			
Forces en tonnes.......		23,67	14,36	1;20			
Compression sur.......		O *o* et O' *o'*	N *n* et N' *n'*	M *m* et M' *m'*			
Forces en tonnes.......	43,13	28,70	17,41	1,45			
Tension sur............	*o* O et *o'* O'	*n* O et *n'* O'	*m* N et *m'* N'	*l* M et *l'* M'			
Valeur de *u* dans l'éq. (136)................	150	126	102	78	54	30	6
Forces en tonnes..	9,28	22,57	36,78	51,89	67,93	84,88	
Compression sur.......	N *n* et N' *n'*	L *l* et L' *l'*	I *i* et I' *i'*	G *g* et G' *g'*	E *e* et E' *e'*	C *c* et C' *c'*	
Forces en tonnes.......	11,25	27,36	44,59	62,91	82,36	102,91	134,59
Tension sur	N *p* et N *p*	L *n* et L' *n'*	I *l* et I' *l'*	G *i* et G' *i'*	E *g* et E' *g'*	C *e* et C'*e'*	A *c* et A' *c'*
Valeurs de *u* dans l'éq. (138)	138	114	90	66	42	18	0
Forces en tonnes.......	51,49	65,24	79,90	95,47	111,98	129,39	
Compression sur.......	M *m* et M' *m*	K *k* et K' *k'*	H *h* et H' *h'*	F *f* et F'*f*	D *d* et D' *d'*	B *b* et B' *b'*	
Forces en tonnes.......	62,43	79,10	96,88	115,75	135,76	156,88	125,27
Tension sur............	M *o* et M' *o'*	K *m* et K' *m'*	H *k* et H' *k'*	F *h* et F' *h'*	D *f* et D' *f'*	B *d* et B' *d'*	A *b* et A' *b'*

La compression totale sur les montants extrêmes est de 238, 5 tonnes.

La compression sur N *n* et N' *n'* est plus grande dans la seconde équation que dans la première.