SYSTÈME TRIANGULAIRE RECTANGULAIRE.

Considérons à présent une travée triangulaire dont les triangles ne sont pas isocèles mais ayant la forme rectangulaire indiquée fig. (29).

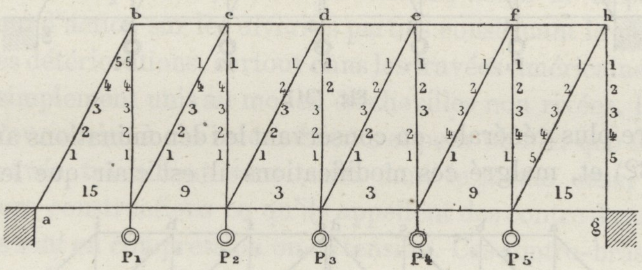

Fig. (29).

Si nous opérons comme nous l'avons déjà fait pour les forces développées sur cette poutre par des poids placés à sa partie inférieure en conservant les mêmes notations et les mêmes dispositions pour les chiffres placés sur les bras, c'est-à-dire les chiffres exprimant les pressions écrits à la droite de chaque bras et ceux exprimant les tensions à la gauche, il est clair que nous aurons la même disposition qu'antérieurement pour le diagramme des efforts sur cette poutre. On voit que la seule différence sera dans la valeur de la sécante qui doit multiplier chaque coefficient exprimant la force indiquée sur les bras, d'où l'on voit clairement que les formules trouvées antérieurement sont aussi applicables au cas où les triangles qui composent la poutre ne sont pas isocèles. Et, d'une manière plus générale, si nous

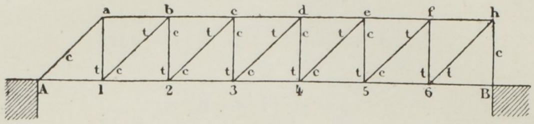

Fig. (30).

supposons la corde supérieure ou inférieure chargée d'une façon quelconque, on voit qu'en appelant C les compressions et T les tensions, nous aurons le diagramme, fig. (30), qui représente la distribution des forces dans un cas quelconque. Donc la force définitive sur chaque partie de la poutre ne sera que la somme algébrique des actions produites par les différents poids, actions d'ailleurs très faciles à déterminer.

Si maintenant nous supposons dans la fig. (29) que les sommets *d* et *e* de la corde supérieure viennent s'unir, la travée se disposera ainsi que l'indique la fig. (31) ;

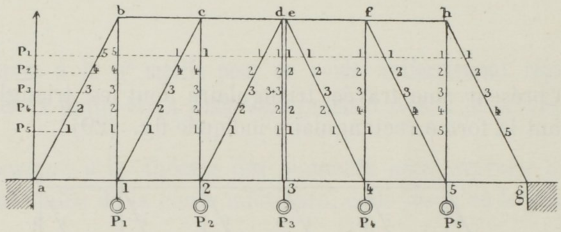

Fig. (31).

ou, d'une manière plus générale, en conservant les dénominations antérieures, nous aurons la fig. (32) et, malgré ces modifications il est clair que les formules déjà

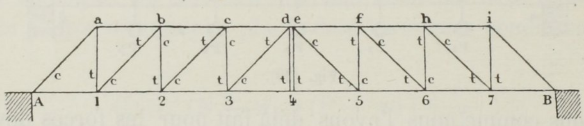

Fig. (32).

données existeront toujours et que l'on n'aura qu'à tenir compte de la valeur différente de la sécante de l'angle fait par les bras avec la verticale.

Si maintenant, dans la fig. (30), nous supposons que tous les sommets de gauche, en partant du centre de la poutre, se meuvent vers la gauche jusqu'à ce que les bras extrêmes soient normaux aux extrémités de la poutre, nous aurons ainsi la fig. (33) qui ne cessera pas d'être une poutre triangulaire. Donc, la formule antérieure sera également applicable dans ce cas.

En étendant les principes antérieurs, toujours vrais, quelle que soit l'inclinaison des bras, on voit que ces bras, à l'exception des deux extrêmes, pourront travailler tant en pression qu'en tension selon la distribution du poids : et pour cette raison, si les parties en pression sous une charge donnée sont placées contre les cordes sans leur être intimement liées, il pourrait se produire une dislocation sous l'effet d'une autre disposition de poids; et seulement par cette particularité, la construction des ponts diffère de la construction des charpentes, puisque dans les premiers le poids passe graduellement d'une extrémité à l'autre et prend en conséquence successivement toutes les positions en faisant travailler les bras de la poutre tantôt en compression, tantôt en tension, tandis que dans une charpente le poids est supposé inerte sur les mêmes points.

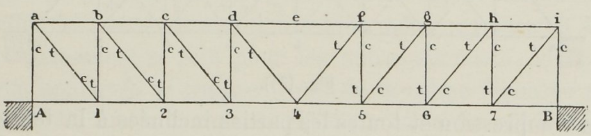

Fig. (33).

De ce que nous avons dit jusqu'à présent, il résulte que, quelle que soit la disposition des côtés des triangles formant la travée, il arrivera toujours qu'ils se trouveront tantôt en compression, tantôt en tension, selon la disposition du poids vif. Ce changement d'action sur les diverses parties constituant la poutre peut occasionner de rapides détériorations, surtout dans les travées américaines dont les joints sont flexibles et simplement unis au moyen de chevilles non rivées, laissant toujours un certain jeu. Pour obvier à ces inconvénients et pour obtenir que toutes les parties constituant la travée travaillent sans cesse dans le même sens, les Américains ajoutent dans leurs constructions ce qu'ils appellent des contre-bras ou des contre-tiges, selon qu'ils sont en compression ou en tension. Ces contre-bras et contre-tiges ne sont que l'autre diagonale du panneau constituant la maille, ou bien encore les bras principaux ou les tiges principales qui dépasseraient la moitié de la poutre.

En effet, si nous considérons dans la fig. (32), le montant vertical $b\,2$, on voit qu'il peut se trouver en tension et en compression selon la distribution de la charge. Nous pouvons faire que la compression sur $b\,2$ passe en tension sur $c\,3$ au moyen de l'addition d'une diagonale $b\,3$ et, d'une façon analogue, par l'addition d'une diagonale $b\,4$, nous forcerons le montant $c\,3$ à ne travailler qu'à la tension ; et ainsi de suite, au moyen d'autres diagonales, nous amènerons les pièces verticales à ne travailler qu'à la tension.

Si, maintenant, nous en arrivons à observer la partie $b\,1$, nous voyons qu'elle est également assujettie aux deux actions de tension et de compression, et nous pourrons l'amener à ne travailler qu'à la compression par l'addition de la diagonale b 3. De la même façon, nous pourrons amener le bras incliné c 2 à ne travailler qu'en compression par l'addition de la diagonale c 4. On voit donc que dans une poutre formée de cette manière toutes les parties inclinées se trouveront toujours en compression et les parties verticales toujours en tension.

Cette poutre, ainsi que nous l'avons dit déjà, est dénommée poutre Howe; elle ne se construit généralement qu'en bois, fig. (34).

Si nous passons maintenant à l'examen de la fig. (33), on voit que nous pourrons, en procédant d'une façon analogue, obtenir que toutes les parties verticales

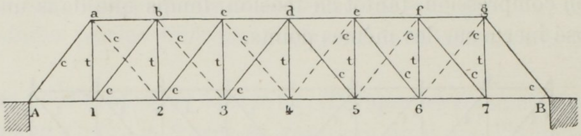

Fig. (34).

travaillent à la compression et toutes les parties inclinées à la tension, au moyen de l'addition de diagonales, en raisonnant comme antérieurement, et par suite la

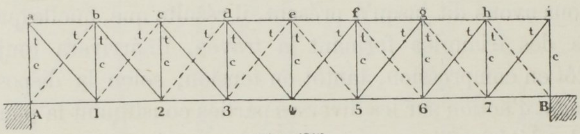

Fig. (35).

fig. (35) deviendra le système connu sous la dénomination de système Pratt ou Murphy.

Le système appelé : système Linville n'étant autre que la réunion de deux poutres Pratt superposées, il est clair qu'on pourra aussi, dans ce cas, obtenir que toutes les parties verticales travaillent à la compression et les parties inclinées à la tension par l'emploi de diagonales qui, comme les tiges, traversent une fois les bras de la poutre. Ce même résultat sera obtenu dans la poutre Post par l'addition des diagonales; il en sera de même pour tous les systèmes dérivant des précédents.

Dans les poutres à montants verticaux, l'effort sur les diagonales est toujours le même, que le poids soit appliqué sur la corde supérieure ou sur la corde inférieure, ou encore sur les deux en même temps.

En effet, si dans la fig. (34), qui est une poutre Howe, nous supposons le poids placé en 3 et si pour un instant nous supposons que b 3 soit un tirant, l'action du poids en 3 sera transmise en A au moyen du tirant *b* 3. Mais comme dans le système Howe nous avons vu que *b* 3 était un contre-bras, il ne pourra pas transmettre de tension ; donc, la force due au poids placé en 3 devra d'abord se transmettre en *c* et alors arriver en A par le bras *c* 2; d'où l'on voit que le poids en 3 se transmettra en A, de la même manière que s'il était placé en *c*. Le même raisonnement subsistera, quelle que soit la position du poids sur la poutre.

Si maintenant nous observons sur la fig. (35), représentant une poutre Pratt, un poids placé en *d*, il est clair que son action ne pourra se transmettre par l'intermédiaire de *d* 2, puisque cet élément n'est pas un bras, mais une tige, et par suite n'est pas apte à transmettre une pression. L'action de ce poids devra d'abord passer par le montant *d* 3 jusqu'en 3 et de là se transmettre à A au moyen de la tige *c* 3. Donc on voit que, soit que le poids soit placé sur la corde supérieure ou sur la corde inférieure, son action se transmettra toujours de la même manière en A.

Le même raisonnement se fera pour les autres sommets de la travée, et les poids qui y sont appliqués se transmettront de la même façon en A et en B, que le poids soit placé sur la corde supérieure ou sur la corde inférieure, ou encore sur les deux en même temps.

Force sur les contre-bras et sur les contre-tiges.

Ainsi que nous l'avons dit déjà, les contre-bras et les contre-tiges ne sont que les bras principaux et les tiges principales qui dépasseraient le milieu de la poutre.

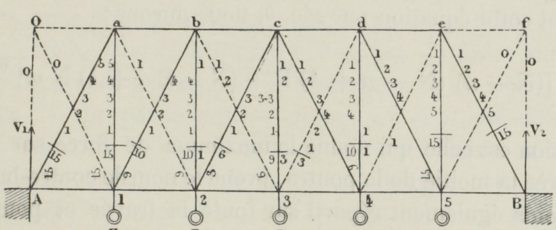

Fig. (36).

Donc pour que le maximum de force ait lieu sur chacune de ses diagonales, la travée devra être chargée depuis l'extrémité jusqu'à la diagonale que l'on considère.

Ainsi, par exemple, si *b* 3 est un bras, fig. (36), le maximum de force sur ce bras sera donné quand le poids sera réparti de 2 à A, et de même, si l'on considère le bras c 2, le maximum de force sur celui-ci s'obtiendra quand le poids sera réparti de B à 3. Si, à présent, au lieu de supposer que c 2 soit un bras, nous supposons que c'est une tige, le maximum de tension sur celle-ci aura lieu quand le poids sera réparti de 2 à A; et aussi, si l'on considère b 3 comme tige, le maximum de force aura lieu quand le poids se trouvera réparti de 3 à B.

Conservant les mêmes dénominations qu'antérieurement :

N = le nombre des mailles ;

n = le numéro du bras ou de la tige, que l'on considère en partant de l'extrémité non chargée qui sera égale au nombre des mailles non chargées;

P = un des poids vifs ;

w = le poids mort de la poutre, considéré comme appliqué à l'extrémité de chaque maille ;

V_1 = la réaction sur l'appui à partir duquel n est compté ;

Supposons la travée chargée de poids égaux de manière à produire un maximum de force sur le n[e] bras ou tige ; nous aurons :

$$V_1 = \frac{(N - n)(N - n + 1) P}{2 N} + \tfrac{1}{2}(N - 1) w.$$

Retranchant du second membre de cette équation $(n - 1) w$, qui est le poids mort à l'extrémité de la n[e] diagonale, nous déduirons que l'effort tranchant sur cette n[e] diagonale sera :

$$S = [(N - n)(N - n + 1) P + (N - 2n + 1) N w] \frac{1}{2 N}.$$

En multipliant cette équation par séc. θ, nous aurons :

$$F = [(N - n)(N - n + 1) P + (N - 2n + 1) N w] \frac{\text{séc. } \theta}{2 N}.$$

Cette expression est celle qui donne le maximum de force sur un bras ou sur une tige qui, après la moitié de la poutre, prend le nom de contre-bras ou de contre-tige, pour un poids également réparti sur toute la travée et pour un poids uniformément réparti sur une de ses parties ; ces poids pouvant être considérés comme placés soit sur la corde supérieure, soit sur la corde inférieure. Cette expression est la même que celle trouvée antérieurement.

Supposons cette dernière équation = O. Si on la résout par rapport à n, nous aurons :

$$n = \frac{w}{P} N + N + \frac{1}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{w^2}{P^2} + \frac{w}{P}\right) N^2 + \frac{1}{4}},$$

c'est-à-dire le numéro du bras ou de la tige sur lequel ou laquelle la force est O.

Pour rendre plus clair ce que nous allons dire, supposons qu'un poids mort et un poids vif décomposés en poids égaux soient placés à chaque nœud de la corde supérieure ou de la corde inférieure ; dans ce cas le premier bras ou tige sera soumis à un maximum de force. Supprimons maintenant à partir d'une des extrémités une des fractions du poids vif, nous aurons ainsi le maximum de force sur le second bras ; supprimons encore le second poids vif à la fin de la seconde maille, nous aurons le maximum de force sur le troisième bras, et ainsi de suite les forces sur les bras ou tiges successifs seront des maxima moindres que les précédents, et avant de dépasser la moitié de la poutre, nous trouverons un bras ou une tige où il n'y aura pas de force, ou bien où la force sera en sens contraire. Le point exact où la force se modifie sera donné par la formule précédente.

En d'autres termes, si nous concevons un poids mobile roulant sur un pont, les bras ou tiges en avant de ce poids recevront le maximum de force pour ce même poids, et les bras ou les tiges seront inclinés vers ce poids ; mais il y aura un moment où il n'y aura pas de force sur les bras ou tiges inclinés vers ce poids, et, passé ce point, ces bras et tiges ne seront plus nécessaires ; en effet, passé ce point, que nous appellerons N_0, le poids vif ne fera que diminuer la force sur les bras antérieurs, à cause de l'effet du poids mort.

Mais la dernière équation donne pour n deux valeurs, une plus grande que $\frac{1}{2}(N + 1)$ et moindre que N, et une autre valeur plus grande que N, laquelle est sans valeur pratique, mais seulement théorique.

Appelons n_0 la première de ces deux valeurs, qui généralement sera fractionnaire ; mais, comme n_0 exprime le numéro d'un bras ou d'une tige et qu'il ne peut être fractionnaire, nous prendrons simplement la partie entière. Dans le cas ou n_0 serait un nombre entier, il est clair qu'il n'y aura pas de force sur le n_0 bras ou tige, et par suite il ne sera nécessaire que d'employer $n_0 - 1$ bras ou tiges. Donc, si nous appelons N_0 la partie entière de n_0, ou si n_0 est entier, nous faisons $N_0 = n_0 - 1$; la valeur de N_0 sera donc le nombre des bras ou tiges qui seront inclinés vers le poids en partant de la partie chargée, et en conséquence $N - N_0$ sera le numéro correspondant au dernier bras ou à la dernière tige nécessaire.

Un poids roulant partant d'une extrémité prendra une disposition symétrique à l'autre extrémité et il est clair que nous aurons :

$N_0 - \frac{1}{2}(N + 1) =$ au nombre des mailles comptées de chaque côté du milieu qui ont besoin de contre-diagonale, c'est-à-dire de contre-bras ou contre-tige ;

$2\,N_0 - N$ = le nombre des mailles dans chaque travée qui auront besoin de contre-diagonale, c'est-à-dire de contre-bras ou contre-tige ;

$2\,(N - N_0)$ = le nombre des mailles qui ne requièrent que des diagonales principales, c'est-à-dire des bras ou tiges ;

$N - N_0$ = sera le numéro des mailles à chaque extrémité ne nécessitant ni contre-bras ni contre-tige.

Pour bien se pénétrer de ce que nous venons de dire, on n'a qu'à examiner le diagramme fig. (36), dans lequel nous avons conservé les mêmes dispositions que dans les diagrammes précédents.

Le rôle des contre-bras et contre-tiges dans les ponts américains à grandes mailles sera ainsi parfaitement clair, et nous ajouterons de suite ici les deux tables suivantes, qui donnent les valeurs de N_0 ou les nombres des mailles à chaque extrémité ne contenant pas de contre-diagonales, pour différentes proportions entre les poids morts et les poids vifs uniformément répartis.

VALEURS DE N_0 OU NOMBRES DES BRAS OU TIGES QUI DOIVENT ÊTRE INCLINÉES VERS CHAQUE CULÉE.

N	$w = 0$	$p = 10\,w$	$p = 5\,w$	$p = 2\,w$	$p = w$	$p = 1 - 5\,w$	$p = 0$
3	2	2	2	2	2	2	1
4	3	3	3	2	2	2	2
5	4	4	3	3	3	3	2
6	5	5	4	4	3	3	3
7	6	5	4	4	4	4	3
8	7	6	5	5	5	4	4
9	8	7	6	6	5	5	4
10	9	8	»	6	6	»	5
12	11	9	8	8	7	6	6
15	14	11	11	9	9	8	7
20	19	15	14	13	12	10	10
30	29	23	21	19	18	16	15
40	39	31	28	25	23	21	20
50	49	30	35	32	29	26	25

NOMBRES DE MAILLES A CHAQUE EXTRÉMITÉ OU LES CONTRE-DIAGONALES NE SONT PAS NÉCESSAIRES.

N	$w = 0$	$p = 10\,w$	$p = 5\,w$	$p = 2\,w$	$p = w$	$p = 1 - 5\,w$	$p = 0$
3	1	1	1	1	1	1	2
4	1	1	1	2	2	2	2
5	1	1	2	2	2	2	3
6	1	1	2	2	3	2	3
7	1	2	3	3	3	3	4
8	1	2	3	3	3	4	4
9	1	2	3	3	4	4	5
10	1	2	4	4	4	4	5
12	1	3	4	4	5	6	6
15	1	4	4	6	6	8	8
20	1	5	6	7	8	10	10
30	1	7	9	11	12	14	15
40	1	9	12	15	17	19	20
50	1	12	15	18	21	24	25

N. B. Si dans l'équation :

$$F_n = [(N - n)(N - n + 1)\,P + (N - 2\,n + 1)\,N\,w]\,\frac{\text{séc. }\theta}{2\,N},$$

nous faisons $n = 1$, ce qui donnera la force sur un des bras extrêmes, nous aurons pour le second membre :

$$\tfrac{1}{2}\,[(N - 1)\,(P + w)]\ \text{séc. }\theta.$$

On sait que pour un poids uniformément distribué sur toute la longueur d'une poutre, chaque support sera assujetti à un poids $\frac{1}{2}$ $(P + w)$. Donc, en examinant ces deux résultats, il ressort que les supports portent moins que la moitié de la charge totale. Cela vient de ce que la moitié de chaque maille extrême, quand le poids est uniformément distribué, est portée directement par les appuis et, par suite, l'effort dû à ces parties du poids ne sera point transmis à travers la travée. C'est pour cette raison qu'une apparente contradiction se produit dans les formules.

On voit donc la différence entre une poutre chargée uniformément sur toute la longueur et une poutre dont les poids sont concentrés à chaque extrémité.

On en pourrait déjà déduire que le maximum de force sur un bras à l'extrémité d'un poids roulant réparti uniformément sur toute la longueur de la poutre, sera moindre que lorsque les poids seront concentrés à l'extrémité de chaque maille jusqu'à celle qu'on considère.

Effort sur une diagonale quelconque quand la travée est uniformément chargée sur toute sa longueur par des poids également répartis à l'extrémité de chaque maille et seulement sur une partie jusqu'à la n^e maille.

Soit N le nombre des mailles à la corde inférieure,

w = un des poids égaux placés à chaque extrémité des mailles sur toute la poutre;

P = un des poids égaux placés à l'extrémité de chaque maille jusqu'à la n^e;

θ = l'angle des diagonales avec la verticale ;

n = le numéro de la diagonale qui reçoit le maximum de force ;

x = le numéro de la diagonale que l'on considère et dont on cherche la force.

Ce problème présente deux cas :

1° Quand $x < n$,

2° Quand $x > n$.

1° Pour x moindre que n, nous trouverons la force sur la diagonale en déduisant de la valeur de V_1 :

$$V_1 = \frac{(N-n)(N-n+1)}{2\,N} P + \tfrac{1}{2}(N-1)\,w.$$

tout le poids entre l'extrémité et le x^e bras qui est $(x-1)\,w$, et en multipliant cette différence par séc. θ, nous aurons, en appelant F_x la force qui se développe sur le x^e bras :

$$F_x = [(N-n)(N-n+1)\,P + (N-2\,x+1)]\frac{\text{séc. }\theta}{2\,N},$$

la valeur cherchée.

2° Pour x plus grand que n, nous opérerons d'une manière analogue que dans le cas qui précède, mais la valeur à retrancher de V_1 sera $(x-1)\,w + (x-n)\,P$, et nous aurons donc :

$$F_x = [(N-n)(N-n+1) + 2\,N\,(x-n)]\,P + (N-2\,x+1)\,N\,w]\,\frac{\text{séc. }\theta}{N\;2}$$

Etant donnés un poids vif uniformément réparti sur une certaine portion d'une travée et un poids mort uniformément réparti sur toute cette travée, trouver le maximum de force qui se développera sur la n^e diagonale à partir d'une culée, et la longueur correspondante du poids vif déterminant ce maximum.

Jusqu'à présent nous avons supposé que tous les poids étaient concentrés à la fin de chaque maille sans passer graduellement d'une maille à l'autre, comme cela arrive dans la pratique, où le poids se dispose graduellement sur la poutre. Considérons donc ce cas et recherchons quand le maximum de force se produira sur une diagonale donnée.

Supposons que les nœuds soient parfaitement flexibles et que le poids s'étende de B à b, fig. (37); le point c portera une moitié du poids distribué sur $c\ d$, mais

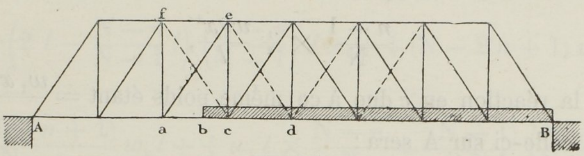

Fig. (37).

seulement une partie du poids distribué sur $b\ c$ et l'autre partie de ce poids sera portée par le nœud a.

Si l'on suppose que le poids s'étende de B à a, alors le point c portera la moitié du poids disposé sur $a\ c$ et une moitié du poids distribué sur $c\ d$, et la force en a sera évidemment la moitié du poids disposé sur $a\ c$. Donc il est clair qu'il sera impossible de produire une action égale sur tous les nœuds pour un poids uniforme s'étendant sur une travée, excepté dans le cas où le poids est étendu sur toute la longueur de cette travée.

Cherchons donc jusqu'où devra s'étendre le poids sur la travée, afin de produire le maximum de force sur la n^e diagonale, soit :

N = le nombre des mailles de la travée ;

n = le numéro de la diagonale que l'on considère ;

w_1 = le poids par unité de longueur ;

$x = b\ c$;

l = longueur d'une maille ;

Il est clair que $w_1\ x$ représentera le poids distribué sur $b\ c$.

Cherchons maintenant les réactions que le poids $w_1\ x$ sur $b\,c$ produit en a et en c, et nous aurons, d'après le principe de la composition des forces parallèles, que la réaction sur a sera :

$$\tfrac{1}{2}\,\frac{w_1\,x^2}{l},$$

et que la réaction sur c, sera :

$$\frac{w_1\,x\,(l - \tfrac{1}{2}\,x}{l}.$$

Il est évident que le maximum de force sur $a\,e$ est la différence des efforts sur $a\,e$ et sur $c\,f$; la force sur $c\,f$ sera due à la réaction du poids $b\,c$ sur a, et la force sur $a\,e$ sera due à la réaction du même poids en c et à celle de tout le restant du poids de c à B ; mais, comme cette dernière reste constante, nous n'aurons qu'à considérer la force que produit le poids $w_1\,x$ placé sur $b\,c$.

Puisque la réaction du poids $w_1\,x$ sur a est $= \tfrac{1}{2}\,\frac{w_1\,x^2}{l}$, il est clair que la réaction en B, due à cette force appliquée en a, sera :

$$\frac{n-1}{\mathrm{N}} \times \tfrac{1}{2}\,\frac{w_1\,x^2}{l},$$

et de même, la réaction en c due à ce même poids étant $= \frac{w_1\,x\,(l - \tfrac{1}{2}\,x)}{l}$, la réaction due à celle-ci sur A sera :

$$\frac{\mathrm{N}-n}{\mathrm{N}} \times \frac{w\,x\,(l - \tfrac{1}{2}\,x)}{l}.$$

Donc la force sur $a\,e$ sera la différence de ces deux actions sur A et B multipliées par séc. θ, soit :

$$\left(\frac{\mathrm{N}-1}{\mathrm{N}} \times \tfrac{1}{2}\,\frac{w_1\,x^2}{l} - \frac{\mathrm{N}-n}{\mathrm{N}} \times \frac{w\,x\,(l - \tfrac{1}{2}\,x)}{l}\right) \text{séc. } \theta;$$

d'où
$$\Big[(\mathrm{N}-1)\,x^2 - (\mathrm{N}-n)\,(2\,l - x)\,x\Big]\,\frac{w \text{ séc. } \theta}{2\,\mathrm{N}\,l}.$$

En différenciant, on verra que cette équation est un maximum quand

$$2\,(\mathrm{N}-1)\,x - 2\,(\mathrm{N}-n)\,l - x) = 0;$$

d'où nous aurons pour la valeur de x :

$$x = \frac{\mathrm{N}-n}{\mathrm{N}-1}\,l,$$

et substituant maintenant cette valeur de x dans

$$b\,\mathrm{B} = x + (\mathrm{N}-n)\,l,$$

qui représente le développement du poids mobile sur la travée, nous aurons pour la longueur entière du poids sur cette travée :

$$b\,\mathrm{B} = (\mathrm{N}-n)\,\frac{\mathrm{N}\,l}{\mathrm{N}-1}.$$

Donc on voit que le maximun de force sur le bras $a\,e$, que nous avons supposé être le n^e, aura lieu quand le poids s'étend sur la longueur indiquée antérieurement, c'est-à-dire dépasse de $\frac{N-n}{N-1}\,l$ la n^e maille.

Donc pour avoir le maximum de force qui agit sur le n^e bras, pour le poids vif et le poids mort, on n'aura qu'à ajouter à l'équation qui donne le maximum de force sur la n^e diagonale, que nous avons vue être :

$$[(N-n)(N-n+1)\,P+(N-2\,n+1)\,N\,w]\,\frac{\text{séc. }\theta}{2\,N},$$

la valeur trouvée par la force sur $a\,e$ produite par le poids $w_1\,x$; comme dans le cas présent, p sera dans la formule précédente $= w_1\,l$, nous aurons :

$$\left[\frac{(N-n)(N-n+1)\,w_1\,l}{2\,N}+\frac{(N-1)}{2\,N\,l}\left(\frac{N-n}{N-1}\,l\right)^2 w_1 -\right.$$

$$\left.-\left(\frac{N-n}{2\,N\,l}\right)\left(2\,l-\frac{N-n}{N-1}\,l\right)\left(\frac{N-n}{N-1}\right)l\,w_1+\tfrac{1}{2}\,(N-2\,n+1)\,w_1\right]\text{séc. }\theta;$$

en simplifiant :

$$\left[\frac{(N-n)(N-n+1)}{2\,N}\,w_1\,l+\tfrac{1}{2}\,w_1\,l\times\frac{N-n}{N}+\frac{(N-1)}{2\,N\,l}\left(\frac{N-n}{N-1}\,l\right)^2 w_1 -\right.$$

$$\left.-\frac{N-n}{N}\left(\frac{N-n}{N-1}\right)l\,w+\tfrac{1}{2}\,(N-2\,n+1)\,w_1\right]\text{séc. }\theta.$$

En observant cette valeur, on voit qu'elle est moindre que celle trouvée antérieurement, en supposant que tous les poids fussent concentrés aux nœuds de chaque maille.

Donc la formule donnée antérieurement dans cette hypothèse, pour le maximum de force dans une diagonale, sera, dans la pratique, préférable, en ce qu'elle assurera une plus forte résistance à la travée.

Cas de systèmes composés.

Le calcul, dans ce cas, consistera à étudier séparément les efforts pour chacun des systèmes simples composants. Pour les cordes qui leur sont communes, les efforts s'obtiendront en additionnant les résultats trouvés pour chaque système simple. Pour les bras, tiges, contre-bras, contre-tiges, les efforts seront ceux trouvés pour les éléments du système simple auquel ils appartiennent.

Dans le cas de système rectangulaire, c'est-à-dire quand les bras deviennent des montants verticaux, il suffira de faire, dans les formules trouvées pour le cas général, séc. $\theta = 1$, pour déduire les efforts cherchés.