

# Note sur un type particulier de poutre à béquilles

Autor(en): **Deymié, Ph.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE publications = Mémoires AIPC = IVBH Abhandlungen**

Band (Jahr): **4 (1936)**

PDF erstellt am: **16.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-5081>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## NOTE SUR UN TYPE PARTICULIER DE POUTRE À BÉQUILLES.

BEMERKUNGEN BEZÜGLICH EINER BESONDEREN RAHMENART.

TREATISE ON A PARTICULAR TYPE OF FRAME CONSTRUCTION.

PH. DEYMIÉ, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

On sait que pour une poutre à béquilles, sur appuis à rotules, de hauteur  $h$  et de portée  $l$ , et une charge  $p$  uniformément répartie sur la traverse supérieure, la poussée  $q$  est donnée par l'expression:

$$q = \frac{p l^2}{12 h (1 + \frac{2}{3} k)}$$

en posant:

$$k = \frac{h}{l} \cdot \frac{I}{J}.$$

$I$  étant le moment d'inertie supposé constant de la traverse supérieure;  
 $J$  étant le moment d'inertie supposé constant des béquilles.

Cette poussée donne naissance au sommet des béquilles à un moment négatif égal à  $-q h$  qui soulage la traverse horizontale.

Si l'on considère des poutres à béquilles de portées croissantes et de même hauteur  $h$  on voit que  $q$  croît plus vite que la réaction verticale sur les appuis ( $\frac{p l}{2}$ ); la résultante va en s'écartant de la verticale, et la fondation peut devenir onéreuse si on ne dispose pas d'un bon sol de fondation à faible profondeur.

D'autre part quand la hauteur  $h$  est assez grande le montage des portiques pose des problèmes difficiles, dont la solution la plus élégante et la plus économique est souvent le montage par encorbellement.

La présente note a pour objet d'indiquer un type de poutre à béquilles qui permet de réduire et même d'annuler la poussée, et qui facilite le montage par encorbellement, tout en réalisant une portée sans appuis intermédiaires. Dans ce type les béquilles à leur partie inférieure se prolongent à angle droit par des retroussements horizontaux; le système repose sur ses appuis à l'extrémité de ces retroussements; les appuis peuvent être à rotules ou encastés.

### **Poutre à béquilles retroussées sur appuis à rotules.**

Nous appelons:

$r$ , la longueur des retroussements supposés égaux;

$P$ , une charge isolée sur la traverse supérieure à l'abscisse  $a$  comptée à partir de  $B_0$ ;

- $p$ , une charge uniformément répartie sur la traverse supérieure;  
 $P_0'$ , une charge isolée sur le retroussement de gauche à l'abscisse  $a_0'$ ;  
 $P_1'$ , une charge isolée sur le retroussement de droite à l'abscisse  $a_1'$ ;  
 $p'$ , une charge uniformément répartie sur les retroussements;  
 $P_x$ , une force horizontale agissant sur la béquille de gauche à la hauteur  $\beta$  au dessus des appuis;  
 $q_0$  et  $q_1$  les réactions horizontales sur les appuis  $A_0$  et  $A_1$ ;  
 $V_0$  et  $V_1$  les réactions verticales sur les appuis  $A_0$  et  $A_1$ ;  
 $R_0$  et  $R_1$  les moments à l'encastrement des retroussements sur les béquilles;  
 $M_0$  le moment d'encastrement de la béquille sur la traverse supérieure;  
 $M_1'$  le moment d'encastrement de la traverse supérieure sur la béquille de droite;  
 $z$  l'ordonnée d'une section par rapport à la ligne des appuis supposée horizontale;  
 $x$  l'abscisse d'une section par rapport à la verticale passant par l'appui  $A_0$  comptée positivement de gauche à droite;  
 $\omega$  l'aire du diagramme des moments fléchissants produits par le système de forces appliquées à un des éléments de la construction (béquilles, traverse ou retroussements) sur cet élément supposé reposant sur deux appuis simples à ses extrémités;  
 $E$  le coefficient d'élasticité du matériau considéré;  
 $\delta$  le coefficient de dilatation du matériau considéré;  
 $\tau$  une variation de température comptée positivement s'il s'agit d'une élévation de température;  
 $(I)$  le moment d'inertie d'une section quelconque du portique.

Les forces et réactions horizontales sont comptées positivement de gauche à droite.

Les charges sont comptées positivement dans le sens descendant et les réactions verticales dans le sens ascendant.

Les abscisses  $a$ ,  $a_0'$ ,  $a_1'$  sont des distances en valeur absolue toujours comptées positivement à partir de  $A_0'$  et  $A_1'$ .

Pour la superstructure le moment fléchissant d'une section considérée est le moment des forces situées „à gauche“ de cette section, c'est à dire le moment des forces agissant entre l'appui  $A_0$  et la section considérée.

Pour les retroussements et les béquilles le moment fléchissant d'une section considérée est le moment des forces situées au-dessous de cette section, c'est à dire le moment des forces agissant entre l'appui correspondant et la section considérée.

Les moments sont comptés positivement dans le sens de rotation des aiguilles d'une montre.

$\Sigma \frac{\omega z}{(I)}$  est un symbole qui représente la somme des moments statiques de chaque aire élémentaire d'abscisse  $x$  du diagramme  $\omega$  divisé par le moment d'inertie de la section de même abscisse par rapport à la ligne des appuis;

$\Sigma \frac{\omega x}{(I)}$  est le symbole analogue, le moment statique étant pris par rapport à l'axe vertical passant par l'appui  $A_0$ ;

$\Sigma \frac{\omega}{(I)}$  est la somme du quotient de chaque aire élémentaire, d'abscisse  $x$  du diagramme  $\omega$ , par le moment d'inertie de la section de même abscisse.

Equations générales.

En prenant pour inconnues les quatre réactions d'appui  $q_0, q_1, V_0, V_1$  les quatre équations suivantes résolvent le problème

$$\begin{aligned}
 (a) \quad & \left\{ \begin{aligned} & (q_1 - q_0)h(1 + \frac{2}{3}k) - (V_0 + V_1)r(1+k) + [\Sigma P'_0 \alpha'_0 + \Sigma P'_1 \alpha'_1](1+k) - (1 + \frac{2}{3}k)\Sigma P_x(h - \beta) = \\ & - \frac{2I}{lh} \Sigma \frac{\omega z}{(I)} - \frac{2I}{lh} E \delta \tau (l - 2r) \end{aligned} \right. \\
 (s_1) \quad & q_0 + q_1 = -\Sigma P_x \\
 (s_2) \quad & V_0 + V_1 = \Sigma P_0 + \Sigma P'_0 + \Sigma P'_1 \\
 (s_3) \quad & V_1(l - 2r) = \text{moment par rapport à } A_0 \text{ des forces extérieures.}
 \end{aligned}$$

La relation (a) résulte de l'équation de Clapeyron dans laquelle on néglige les déformations dues à l'effort normal et à l'effort tranchant (voir à ce sujet „Résistance des matériaux“ par M. Bertrand de Foutviolant). Les trois autres équations résultent de la statique.

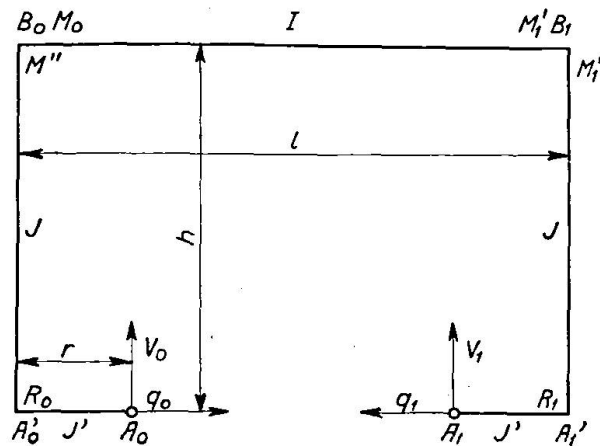


Fig. 1.

Pour les différents cas de charges où de variation de température on résout aisément le problème; voici les résultats:

1° Charge isolée  $P$  sur la traverse supérieure:

Dans ce cas:  $\Sigma P_x = 0$ ;  $\Sigma P = P$ ;  $\Sigma \frac{\omega z}{(I)} = \frac{P \alpha (l - \alpha) h}{2I}$ ;  $\Sigma P'_0 = \Sigma P'_1 = 0$

$$q_0 = -q_1 = \frac{P}{2lh(1 + \frac{2}{3}k)} [\alpha(l - \alpha) - rl(1 + k)]$$

$$V_1 = \frac{P(\alpha - r)}{l - 2r}; \quad V_0 = P - V_1.$$

2° Charge  $p$  uniformément répartie sur la traverse supérieure:

Dans ce cas:  $\Sigma \frac{\omega z}{(I)} = \frac{pl^3 h}{12I}$

$$q_0 = -q_1 = \frac{pl^2}{12h(1 + \frac{2}{3}k)} \left[ 1 - 6 \frac{r}{l} (1 + k) \right]$$

$$V_0 = V_1 = \frac{pl}{2}.$$

3° Force horizontale  $P_x$  agissant sur la béquille de gauche:

Dans ce cas:  $q_1 + q_0 = -P_x$ ;  $V_0 + V_1 = 0$ ;  $\Sigma \frac{\omega z}{(I)} = P_x \frac{\beta(h^2 - \beta^2)}{6J}$

$$q_0 = \frac{P_x \beta}{2h} \left[ 1 + \frac{k(h^2 - \beta^2)}{h^2(3 + 2k)} \right] - P_x$$

$$q_1 = -\frac{P_x \beta}{2h} \left[ 1 + \frac{k(h^2 - \beta^2)}{h^2(3 + 2k)} \right]$$

$$V_0 = -V_1 = -\frac{\beta P_x}{l - 2r}$$

Dans le cas particulier où la force horizontale  $P_x$  agit au sommet de la béquille  $\beta = h$  et les expressions précédentes se réduisent à:

$$q_0 = q_1 = -\frac{P_x}{2}$$

$$V_0 = -V_1 = -\frac{P_x h}{l - 2r}$$

4° Forces symétriques  $P'$  sur les retroussements:

Nous posons:  $\alpha_0 = \alpha_1 = \alpha'$

$$q_0 = -q_1 = -\frac{P'(r - \alpha')}{h} \frac{1 + k}{1 + \frac{2}{3}k}$$

$$V_0 = V_1 = P'.$$

5° Charge uniformément répartie  $p'$  sur les retroussements:

$$q_0 = -q_1 = -\frac{p' r^2}{2h} \cdot \frac{1 + k}{1 + \frac{2}{3}k}$$

$$V_0 = V_1 = p' r.$$

6° Effet des variations de température:

Dans ce cas:  $q_0 = -q_1$ ;  $\Sigma \frac{\omega z}{(I)} = 0$

$$q_0 = -q_1 = \frac{EI \delta \tau (l - 2r)}{lh^2(1 + \frac{2}{3}k)}.$$

### **Poutre à béquilles retroussées sur appuis encastés.**

En plus des notations précédentes nous appellerons:

$C_0$  le moment d'encastrement de la fondation sur le retroussement de gauche;

$C_1$  le moment d'encastrement de la fondation sur le retroussement de droite;

$J'$  le moment d'inertie supposé constant des retroussements et nous posons:

$$k' = \frac{r}{l} \cdot \frac{I}{J'}.$$

Equations générales.

$$\begin{aligned}
 (a) & \left\{ (R_0 - R_1) \frac{K}{3} + (M_0 + M_1) \left(1 + \frac{2}{3}k\right) = -\frac{2I}{lh} \sum \frac{\omega z}{(I)} - \frac{2EI \delta \tau (l-2r)}{lh} \right. \\
 (b) & \left. M_0 \left(\frac{l}{3} - r\right) + M_1' [l(\frac{2}{3} + k) - r(1+2k)] - R_1(l-2r)(k+k') - c_1(l-2r)k' = -\frac{2I}{l} \sum \frac{\omega x}{(I)} \right. \\
 (c) & \left. (C_0 - C_1)k' + (R_0 - R_1)(k+k') + (M_0 + M_1')(1+k) = -\frac{2I}{l} \sum \frac{\omega}{(I)} \right. \\
 (s_1) & q_0 + q_1 = -\sum P_x \\
 (s_2) & V_0 + V_1 = \sum P + \sum P'_0 + \sum P'_1 \\
 (s_3) & C_0 + C_1 - V_1 r = \text{moment des forces extérieures par rapport à } A_0.
 \end{aligned}$$

Les relations (a), (b), (c) résultent de l'équation de Clapeyron dans laquelle on néglige les déformations dues à l'effort normal et à l'effort tranchant; les trois autres relations sont fournies par la statique.

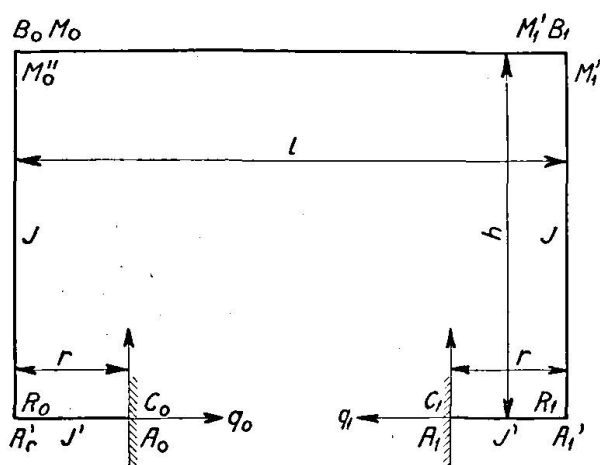


Fig. 2.

On sait exprimer les moments  $M_0, M_1', R_0, R_1$  en fonction de  $C_0, C_1, q_0, q_1, V_0, V_1$  et on est ainsi ramené à un système de six équations à six inconnues. Nous nous bornerons à donner les résultats obtenus dans des cas simples:

1° Charges symétriques sur la traverse supérieure:

Dans ce cas:  $M_0 = M_1'; R_0 = -R_1; C_0 = -C_1$

$$q_0 = -q_1; V_0 = V_1 = \sum \frac{P}{2}$$

$$\sum \frac{\omega z}{(I)} = \frac{\omega h}{(I)}; \sum \frac{\omega}{(I)} = \frac{\omega}{l}.$$

Il suffit, pour résoudre le problème, des équations (a) et (c) qui s'écrivent:

$$\begin{aligned}
 (a) & \left\{ R_0 \frac{k}{3} + M_0 \left(1 + \frac{2}{3}k\right) = -\frac{\omega}{l} \right. \\
 (c) & \left. C_0 k' + R_0(k+k') + M_0(1+k) = -\frac{\omega}{l} \right.
 \end{aligned}$$

auxquelles on joint la relation:

$$R_0 = C_0 - V_0 r = C_0 - r \sum \frac{P}{2}.$$

La résolution de ces équations donne:

$$\left\{ \begin{array}{l} C_0 = -C_1 = \frac{k \frac{\omega}{l} + V_0 r [k(2+k) + k'(3+2k)]}{k(2+k) + 2k'(3+2k)} \\ M_0 = M_1' = -\frac{2 \frac{\omega}{l} (k+3k') - V_0 r k k'}{k(2+k) + 2k'(3+2k)} \\ q_0 = -q_1 = \frac{\frac{\omega}{l} (k+2k') - V_0 r k' (1+k)}{\frac{h}{3} [k(2+k) + 2k'(3+2k)]} \\ V_0 = V_1 = \Sigma \frac{P}{2} \end{array} \right.$$

Dans le cas particulier où il s'agit d'une charge  $p$  uniformément répartie sur la traverse supérieure il suffit de remplacer  $\frac{\omega}{l}$  par  $\frac{pl^2}{12}$  et  $V_0$  par  $\frac{pl}{2}$  dans les expressions précédentes qui deviennent:

$$\left\{ \begin{array}{l} C_0 = -C_1 = \frac{pl}{12} \cdot \frac{kl + 6r [k(2+k) + k'(3+2k)]}{k(2+k) + 2k'(3+2k)} \\ M_0 = M_1' = -\frac{pl}{6} \cdot \frac{l(k+3k') - 3kk'r}{k(2+k) + 2k'(3+2k)} \\ q_0 = -q_1 = \frac{pl}{4h} \cdot \frac{l(k+2k') - 6rk'(1+k)}{k(2+k) + 2k'(3+2k)} \\ V_0 = V_1 = \frac{pl}{2}. \end{array} \right.$$

### 2° Charges symétriques sur les retroussements:

Nous supposons que sur chaque retroussement agit une charge  $P'$  placée à l'abscisse  $\alpha'$  par rapport à la béquille correspondante ( $\alpha'$  est pris en valeur absolue).

Nous avons encore:

$$\begin{array}{l} M_0 = M_1'; \quad R_0 = -R_1; \quad C_0 = C_1; \quad q_0 = -q_1; \quad V_0 = V_1 = P' \\ \Sigma \frac{\omega z}{(I)} = 0; \quad \Sigma \frac{\omega}{(I)} = \frac{2P' \alpha' (r - \alpha')}{rj'} \end{array}$$

Il suffit des équations (a) et (c) qui s'écrivent:

$$\begin{array}{l} (a) \left\{ \begin{array}{l} R_0 \frac{k}{3} + M_0 (1 + \frac{2}{3}k) = 0 \\ C_0 k' + R_0 (k + k') + M_0 (1 + k) = -\frac{k' P' \alpha' (r - \alpha')}{r} \end{array} \right. \end{array}$$

auxquelles on joint la relation:

$$R_0 = C_0 + P' (\alpha' - r).$$

La résolution de ces équations donne:

$$\left\{ \begin{array}{l} C_0 = -C_1 = P'(r - \alpha') \frac{k(2+k) + k'(3+2k) \left(1 - \frac{\alpha'}{r}\right)}{k(2+k) + 2k'(3+2k)} \\ M_0 = M_1 = P' \frac{kk'r \left(1 - \frac{\alpha'^2}{r^2}\right)}{k(2+k) + 2k'(3+2k)} \\ q_0 = -q_1 = \frac{C_0 + P'(\alpha' - r) - M_0}{h} = -\frac{3P'r \left(1 - \frac{\alpha'^2}{r^2}\right) (1+k)k'}{h[k(2+k) + 2k'(3+2k)]} \\ V_0 = V_1 = P'. \end{array} \right.$$

Dans le cas particulier où il s'agit d'une surcharge  $p'$  uniformément répartie sur les retroussements il suffit d'intégrer en faisant varier  $\alpha'$  de  $o$  à  $r$ :

$$\left\{ \begin{array}{l} C_0 = -C_1 = \frac{p'r^2}{6} \cdot \frac{3k(2+k) + 2k'(3+2k)}{k(2+k) + 2k'(3+2k)} \\ M_0 = M_1 = \frac{\frac{2}{3}p'r^2kk'}{k(2+k) + 2k'(3+2k)} \\ q_0 = -q_1 = -\frac{2p'r^2(1+k)k'}{h[k(2+k) + 2k'(3+2k)]} \\ V_0 = V_1 = p'r. \end{array} \right.$$

3° Effet des variations de température:

Dans ce cas:  $M_0 = M_1$ ;  $R_0 = -R_1 = C_0 = -C_1$ ;  $q_0 = -q_1$ ;  $V_0 = V_1 = 0$

$$\Sigma \frac{\omega z}{(I)} = \Sigma \frac{\omega x}{(I)} = \Sigma \frac{\omega}{(I)} = 0.$$

Il suffit encore des équations (a) et (c) qui s'écrivent:

$$\begin{array}{l} (a) \left\{ \begin{array}{l} C_0 \frac{k}{3} + M_0(1 + \frac{2}{3}k) = -\frac{EI\delta\tau(l-2r)}{lh} \\ (c) \left\{ \begin{array}{l} C_0(k + 2k') + M_0(1+k) = 0 \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array}$$

d'où on tire:

$$C_0 = -C_1 = R_0 = -R_1 = \frac{3EI\delta\tau(l-2r)}{lh} \frac{(1+k)}{[k(2+k) + 2k'(3+2k)]}$$

$$M_0 = M_1 = -\frac{3EI\delta\tau(l-2r)}{lh} \frac{k+2k'}{k(2+k) + 2k'(3+2k)}$$

$$q_0 = -q_1 = \frac{3EI\delta\tau(l-2r)}{lh^2} \frac{1+2k+2k'}{k(2+k) + 2k'(3+2k)}$$

4° Force horizontale  $P_x$  agissant au sommet de la béquille de gauche:

On sait que l'on a dans ce cas:

$$q_0 = q_1 = -\frac{P_x}{2}; \quad C_0 = +C_1; \quad R_0 = R_1; \quad M_0 = -M_1; \quad V_0 = -V_1.$$



Dans ces conditions l'équation (b) s'écrit:

$$(b) \quad M_0 \left[ \frac{l}{3} + k(l-2r) \right] + R_0 (l-2r) (k+k') + C_0 (l-2r) k' = 0$$

à laquelle on joint les relations:

$$\begin{cases} R_0 = C_0 - V_0 r \\ M_0 = R_0 + \frac{hP_x}{2} \end{cases}$$

et la relation fournie par la statique (somme des moments par rapport à  $A_0$  nulle):

$$2C_0 + V_0(l-2r) + hP_x = 0.$$

On en déduit:

$$\begin{cases} C_0 = C_1 = -\frac{hP_x}{2} \cdot \frac{\frac{l}{6} + (l-2r) \left[ \frac{k}{2} + \frac{r}{l} (k+k') \right]}{\frac{l}{6} + (l-2r) \left( k+k' - k' \frac{r}{l} \right)} \\ M_0 = -M_1' = \frac{hP_x}{2} \cdot \frac{(l-2r) (k+2k')}{\frac{l}{3} + 2(l-2r) \left( k+k' - k' \frac{r}{l} \right)} \\ R_0 = R_1 = -\frac{hP_x}{2} \cdot \frac{\frac{l}{6} + (l-2r) \left( \frac{k}{2} - k' \frac{r}{l} \right)}{\frac{l}{6} + (l-2r) \left( k+k' - k' \frac{r}{l} \right)} \\ V_0 = -V_1 = -\frac{hP_x}{2} \cdot \frac{(l-2r) (k+2k')}{l \left[ \frac{l}{6} + (l-2r) \left( k+k' - k' \frac{r}{l} \right) \right]} \end{cases}$$

### Conclusions.

Si nous prenons le cas de la charge  $p$  uniformément répartie sur la traverse supérieure nous voyons que la poussée produite par cette charge est susceptible de s'annuler si:

$$r = \frac{l}{6} \cdot \frac{1}{1+k} \quad \text{dans le cas des appuis à rotules,}$$

$$r = \frac{l}{6} \cdot \frac{k+2k'}{k'(1+k)} \quad \text{dans le cas des appuis encastés.}$$

Si une de ces relations (suivant le cas) était satisfaite la poussée due à la charge  $p$  serait nulle quelle que soit  $p$ .

On désire en même temps soulager dans une certaine mesure la traverse supérieure, c'est à dire que les moments  $M_0$  et  $M_1'$  soient égaux à une certaine fraction de  $\frac{pL^2}{8}$ ; ceci donne une seconde relation entre  $r$  et  $K$ .

La poussée totale est la somme des poussées dues aux différentes charges qui agissent sur le portique; en particulier les poussées dues aux poids des retraits et des béquilles sont négatives (comme on le voit sur les ex-

pressions trouvées plus haut) et viennent se retrancher des poussées dues aux charges réparties sur la traverse supérieure, de sorte que les poussées s'annulent avant que les retroussements atteignent les longueurs données par les expressions précédentes; d'ailleurs on peut charger facilement les retroussements et surtout la partie inférieure des béquilles ce qui permet d'introduire des poussées négatives supplémentaires.

Cette surcharge artificielle de la partie inférieure des béquilles peut être avantageuse non seulement pour la raison que nous venons d'indiquer, mais pour faciliter le montage par encorbellement; on commencera par monter les retroussements, puis les béquilles, ensuite chaque demie traverse supérieure; chaque demi portique prendra appui d'une part sur son appui définitif à l'extrémité du retroussement, d'autre part sur un appui provisoire placé sous la béquille.

Pendant le montage on est généralement amené à laisser un des appuis sur rouleaux au moins jusqu'à ce que les deux demis portiques soient assemblés de façon à ne pas introduire dans le système des contraintes mal connues; les retroussements permettent de retarder la fixation du deuxième appui, puisque le soulagement de la traverse supérieure se produit même sans qu'il y ait poussée. L'avantage ainsi procuré peut se comparer à celui obtenu dans un arc que l'on maintient à trois articulations pendant sa construction.

En somme les retroussements permettent dans une certaine mesure de rendre le soulagement de la traverse supérieure indépendant de la poussée sur les appuis; l'alourdissement, produit par les retroussements et le renforcement de la partie inférieure des béquilles, se place dans une région de montage facile; le supplément de dépenses qui en résulte est susceptible, dans certains cas, d'être largement compensé par l'économie réalisée sur la fondation, l'allègement de la traverse supérieure, et les facilités de montage.

### Résumé.

La présente note a pour objet d'indiquer un type de poutres à béquilles qui permet de réduire et même d'annuler la poussée, et qui facilite le montage par encorbellement tout en réalisant une grande portée sans appuis intermédiaires.

Dans ce type, les béquilles à la partie inférieure se prolongent à angle droit par des retroussements horizontaux; le système repose sur ses appuis à l'extrémité de ces retroussements; les appuis peuvent être à rotules ou encastrés.

Les retroussements introduisent un moment supplémentaire; le moment des réactions verticales sur les appuis qui est de même signe que le moment de la poussée et qui aide efficacement au soulagement de la traverse supérieure, de sorte que avec une longueur de retroussement convenablement choisie et éventuellement le lestage de la partie inférieure des béquilles, on peut obtenir le soulagement désiré de la traverse supérieure avec une valeur de la poussée réduite et même nulle.

En même temps les retroussements facilitent le montage par encorbellement, chaque demi-portique prenant appui pendant le montage d'une part sur son appui définitif à l'extrémité du retroussement, d'autre part sur un appui provisoire placé sous la béquille; un des appuis sera maintenu sur rouleaux le plus longtemps possible, et les retroussements permettent de retarder la fixation de ce deuxième appui, puisque le soulagement de la traverse supérieure se produit même sans qu'il y ait poussée.

### Zusammenfassung.

Der vorliegende Aufsatz beschreibt eine Rahmenart, bei der der Horizontalschub kleiner und sogar Null werden kann; sie erleichtert auch den Freivorbau und gibt die Möglichkeit, große Öffnungen ohne Zwischenstützen zu überspannen.

Bei dieser Art verlängern sich die Pfosten unten im rechten Winkel durch waagrechte Fortsätze; die Lager können gelenkig oder eingespannt sein.

Durch die Verschiebung der Auflager wird ein zusätzliches Moment eingeführt. Dieses Moment der senkrechten Auflagerkräfte wirkt in derselben Richtung wie das des Horizontalschubes und entlastet ebenfalls den oberen Riegel. Dadurch kann bei passend gewählter Verschiebungslänge und etwaiger Belastung des Pfostenfußes die gewünschte Entlastung des oberen Riegels durch einen geringen oder verschwindenden Horizontalschub erreicht werden.

Gleichzeitig erleichtern die versetzten Auflager den Freivorbau. Jeder Halbrahmen lagert während dem Bau auf seinem endgültigen und einem vorläufigen Auflager unter dem Pfosten. Eines der endgültigen Auflager wird so lange als möglich auf Rollen gelagert. Die Auflagerarme gestatten den Zeitpunkt der Befestigung desselben hinauszuschieben, da sich die Entlastung sogar ohne Horizontalschub einstellt.

### Summary.

The author describes in his paper a particular type of frame which is so arranged that the horizontal thrust can diminish, even down to zero; this facilitates free cantilever erection, and offers the possibility to bridge wide spans without the necessity of intermediate supports.

The posts of this construction are extended at the base at right angles by horizontal arms. The bearings can be hinged or fixed.

By moving the bearings an additional moment will be introduced. This moment due to vertical reaction forces is acting in the same sense as the moment produced by the horizontal thrust, and its effect is a relief to the brace of the frame. Thus by choosing suitably the length of displacements or loading at the base of the post it is possible to create a required relief of the brace by establishing a small or vanishing horizontal thrust.

The corbelled position of the bearings facilitates free cantilever erection. Each half of the frame rests during erection on a permanent and a temporary bearing at the base of the post. One of the permanent bearings will be kept on rollers as long as possible. The existence of the arms at the bottom of the posts permits the final fixing of the bearing to be postponed, since release can take place even without horizontal thrust.