Calcul des réactions des appuis d'une grue pivotante et roulante

Autor(en): **Tâche, J.**

Objekttyp: **Article**

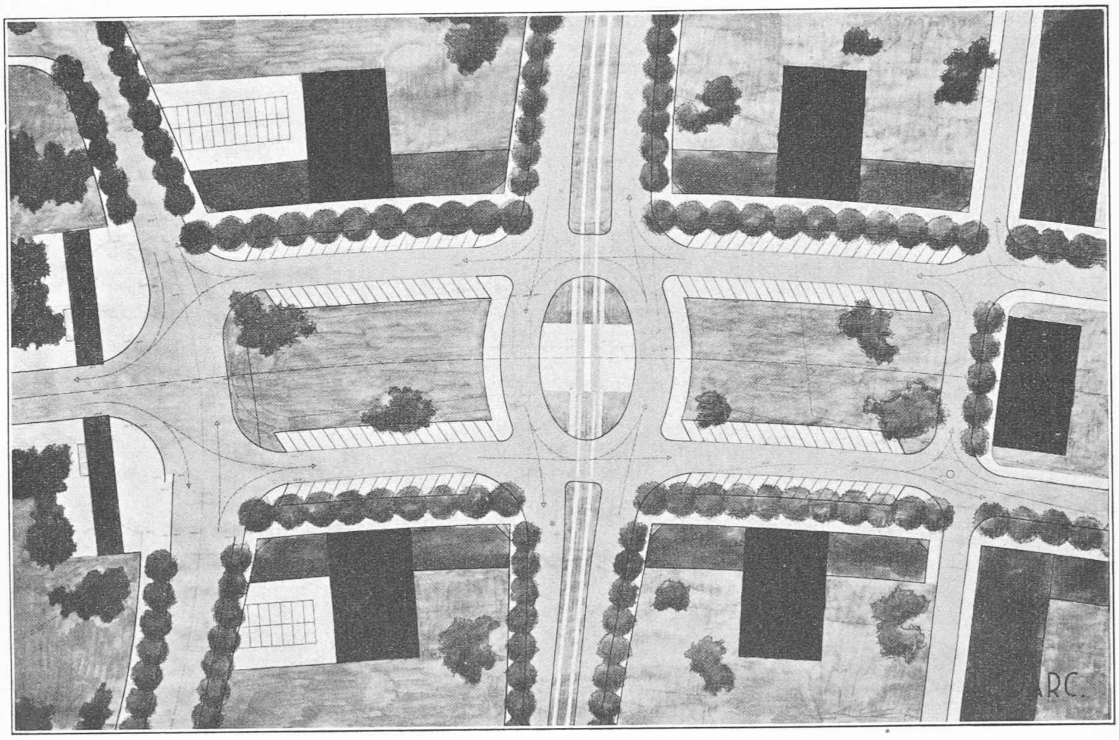
Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **60 (1934)**

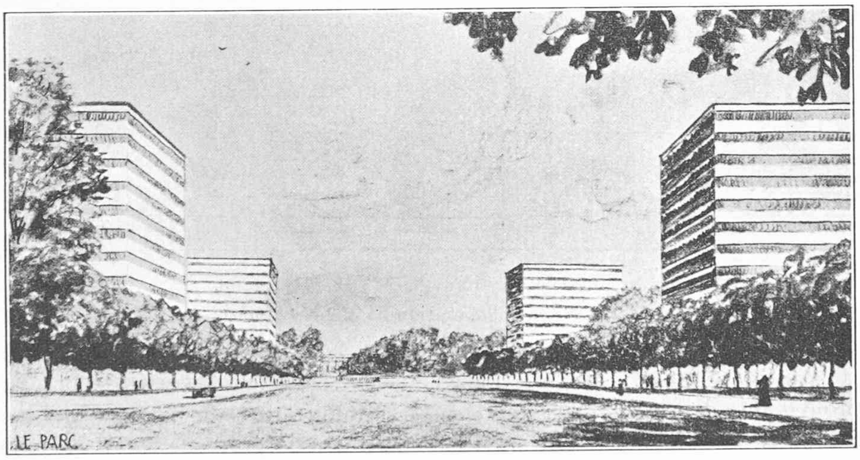
Heft 15

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-46401



Ier prix : projet de M. *A. Hœchel*, architecte F. A. S. Collaborateur : M. *A. Ellenberger*.
Plan de la place devant le Secrétariat. — 1 : 1600.



Perspective de la place (au fond le bâtiment du Secrétariat de la *S. d. N.*)

CONCOURS D'IDÉES POUR L'AMÉNAGEMENT DE LA PLACE DES NATIONS, A GENÈVE

Ier prix : projet de MM. *A. Hœchel* et *A. Ellenberger*.

Calcul des réactions des appuis d'une grue pivotante et roulante

par J. TÂCHE, ingénieur
aux Ateliers de constructions mécaniques de Vevey, S. A.

Préliminaires.

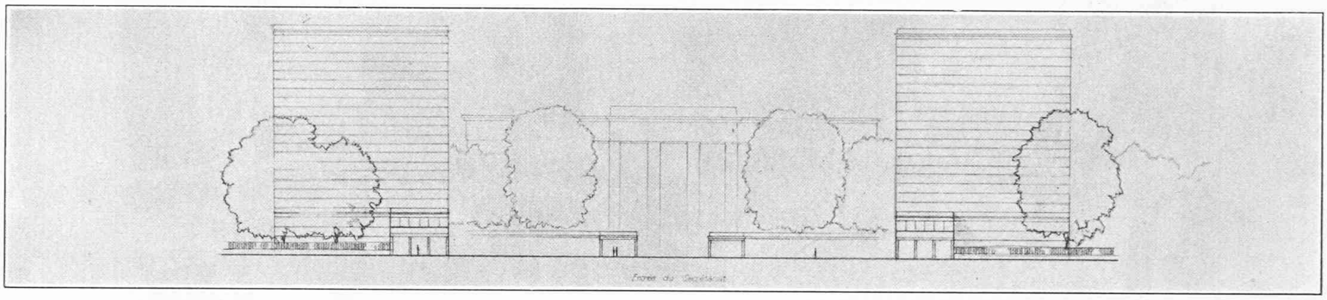
La majorité des grues roulantes reposent sur quatre appuis. Le calcul de leurs réactions revient donc à répartir le poids total de la grue sur quatre points. Le problème est statiquement indéterminé. Si la volée est placée, soit parallèlement, soit perpendiculairement à la voie de roulement de la grue, la symétrie permet de lever l'indétermination et de calculer très facilement les réactions. Il n'en est plus de même lorsque la volée occupe une position quelconque.

Bien que ce problème soit fondamental, nous ne l'avons trouvé traité dans aucun ouvrage, c'est pourquoi il nous a paru opportun de combler cette lacune.

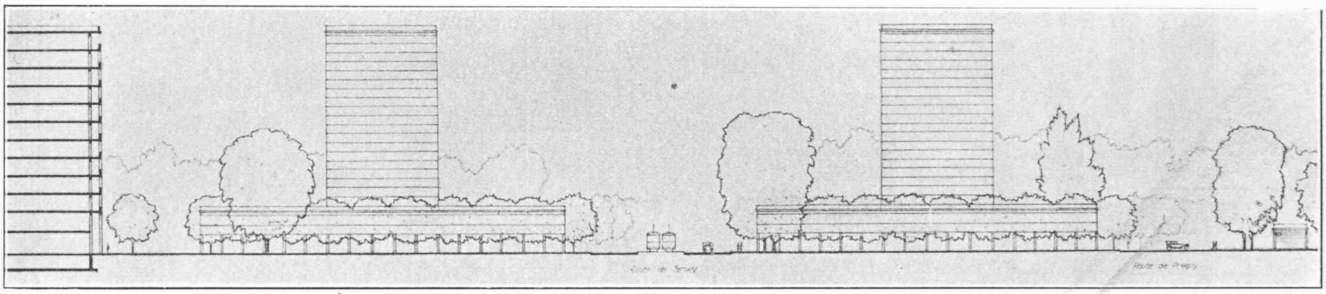
Formules fondamentales.

Nous supposons que les quatre appuis sont dans un plan horizontal et forment un rectangle dont le centre est situé sur l'axe vertical de pivotement de la volée (fig. 2).

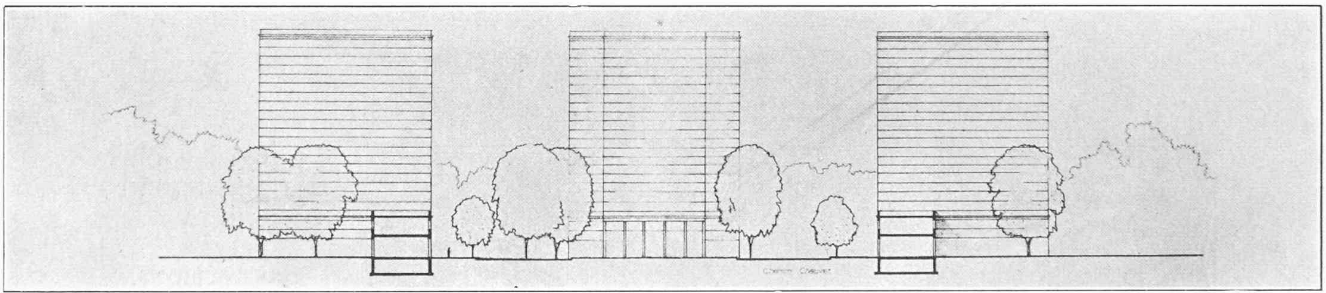
CONCOURS D'IDÉES POUR L'AMÉNAGEMENT DE LA PLACE DES NATIONS, A GENÈVE



Vue de l'entrée du Secrétariat.



Coupe longitudinale de la place, avec la route de Ferney et la route de Pregny.



Coupe transversale et vue du côté chemin Chauvet. — Echelle 1 : 1200.
Ier prix : projet de M. *A. Hœchel*, avec la collaboration de M. *A. Ellenberger*.

Soient :

F = poids de la partie non pivotante de la grue.
P = poids de la partie pivotante.
C = charge portée par la grue.
$G = F + P$ = poids de la grue non chargée.
$R = G + C$ = poids total de la grue chargée.
O = centre du rectangle.
p, c, g, r = distances horizontales des forces P, C, G, R, à l'axe vertical passant par O.
$2l$ et $2m$ = les longueurs des côtés du rectangle.
φ = l'angle variable que fait le plan vertical passant par l'axe de la volée avec le côté $2m$.
A, B, C, D = réactions des appuis.

La résultante R est équilibrée par les 4 réactions.

Ecrivons les conditions d'équilibre :

$$R = A + B + C + D \qquad (1)$$

$$R\,(l + r \sin \varphi) = (A + B)\,2l \qquad (2)$$

$$R\,(m + r \cos \varphi) = (A + D)\,2m \qquad (3)$$

La quatrième équation nécessaire pour résoudre ce système sera établie en tenant compte de l'élasticité des organes constituant la grue et sa voie de roulement.

Supposons que la grue ne soit pas soumise à l'action de la pesanteur, autrement dit que $R = 0$ et considérons un plan quelconque $\triangle$ perpendiculaire à l'axe vertical de pivotement de la grue et passant par un point O, fixe par rapport à la partie pivotante de la grue, voir fig. 1. Les verticales passant par les appuis coupent ce plan en a, b, c, d.

Faisons agir la force R. Le châssis de la grue, ses appuis proprement dits et sa voie de roulement subissent des déformations qui se traduisent par un abaissement du point O, lequel vient occuper la position O'. Le plan $\triangle$ vient en $\triangle'$ et les points a, b, c, d, en a', b', c', d'. On peut admettre, sans grande erreur, que ces points se déplacent suivant des verticales car les chemins qu'ils effectuent sont très petits par rapport aux longueurs des côtés du rectangle.

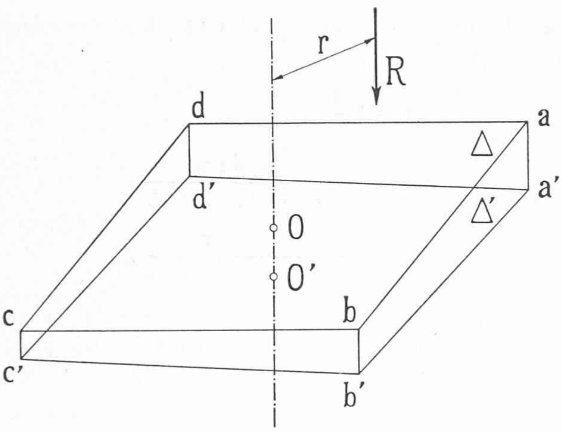


Fig. 1.

Les trapèzes $c\,d\,d'\,c'$ et $b\,a\,a'\,b'$ ayant leurs côtés respectivement parallèles, on peut écrire :

$$aa' - bb' = dd' - cc'. \tag{4}$$

Si les déformations de la grue ne dépassent pas la limite de l'élasticité, nous aurons :

$$aa' = k_a A$$
$$bb' = k_b B$$
$$cc' = k_c C$$
$$dd' = k_d D$$

et la relation (4) deviendra :

$$k_a A - k_b B = k_d D - k_c C. \tag{5}$$

L'équation (5) jointe aux équations (1), (2), (3) nous permettra de calculer les réactions.

Les facteurs k_a, k_b, k_c, k_d se détermineront dans chaque cas particulier ; ils dépendent du genre de construction de la grue.

Dans ce qui va suivre, nous étudierons un cas simple, mais qui se présente très fréquemment.

Considérons une grue ayant un châssis absolument symétrique par rapport à l'axe de pivotement et supportant la partie pivotante au moyen d'une colonne encastrée dans le châssis, au point O.

Nous supposons, en outre, que les flèches de la voie de roulement en A, B, C, D sont les mêmes si les réactions sont égales.

Les hypothèses que nous venons de faire reviennent à admettre que les facteurs k_a, k_b, k_c, k_d sont égaux entre eux.

L'équation (5) devient

$$A - B = D - C \tag{6}$$

Si nous résolvons le système d'équations (1), (2), (3), (6), nous obtenons les formules fondamentales suivantes qui donnent les réactions des appuis :

$$A_R = \frac{R}{4}\left(1 + \frac{r}{l}\sin\varphi + \frac{r}{m}\cos\varphi\right) \tag{7}$$

$$B_R = \frac{R}{4}\left(1 + \frac{r}{l}\sin\varphi - \frac{r}{m}\cos\varphi\right) \tag{8}$$

$$C_R = \frac{R}{4}\left(1 - \frac{r}{l}\sin\varphi - \frac{r}{m}\cos\varphi\right) \tag{9}$$

$$D_R = \frac{R}{4}\left(1 - \frac{r}{l}\sin\varphi + \frac{r}{m}\cos\varphi\right). \tag{10}$$

Les indices R indiquent que les réactions sont dues à la résultante R. Dans ces formules, on peut remplacer R par une de ses composantes, à condition de remplacer l'excentricité r par celle de la force considérée. Ainsi, l'augmentation de la réaction A produite par la charge C, sera

$$A_C = \frac{C}{4}\left(1 + \frac{c}{l}\sin\varphi + \frac{c}{m}\cos\varphi\right)$$

de même

$$A_P = \frac{P}{4}\left(1 + \frac{p}{l}\sin\varphi + \frac{p}{m}\cos\varphi\right)$$

$$A_F = \frac{F}{4}$$

d'où

$$A_R = A_F + A_P + A_C = \frac{F+P+C}{4} + \frac{Pp+Cc}{4l}\sin\varphi + $$
$$+ \frac{Pp+Cc}{4m}\cos\varphi$$

ou encore

$$A_R = \frac{G+C}{4} + \frac{Gg+Cc}{4l}\sin\varphi + \frac{Gg+Cc}{4m}\cos\varphi.$$

Dans ces formules, il faut introduire les valeurs algébriques de r, c, p, g, c'est-à-dire que ces valeurs seront positives si la force correspondante se trouve sur la demi-droite ON et négatives dans le cas contraire.

Interprétation des formules fondamentales.

Remplaçons la résultante R par une force égale agissant au point O et par un couple $\mu = R \cdot r$. Ce dernier peut se décomposer en

$$\mu_x = \mu\cos\varphi, \qquad \mu_y = \mu\sin\varphi.$$

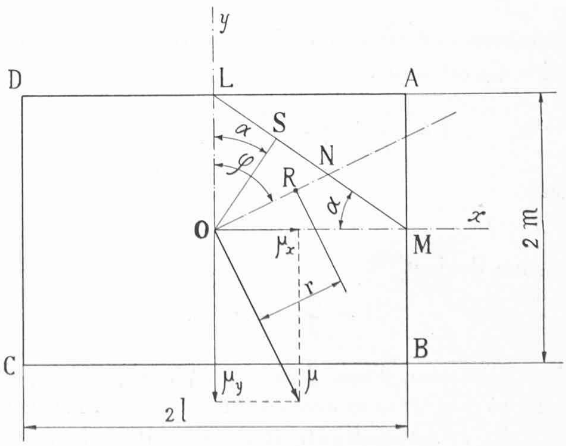


Fig. 2.

La réaction A peut s'écrire

$$A_R = \frac{R}{4} + Rr\sin\varphi\,\frac{1}{2}\frac{1}{2l} + Rr\cos\varphi\,\frac{1}{2}\frac{1}{2m}$$

ou encore

$$A_R = \frac{R}{4} + \mu_y\cdot\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{2l} + \mu_x\cdot\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{2m}\,.$$

Le premier terme du second membre est la réaction en A si R agissait seul en O ; le second terme est la réaction en A si μ_y agissait seul ; même raisonnement pour le troisième terme.

On en conclut que les réactions A, B, C, D, sont les résultantes des réactions produites par la force R agissant en O et par le moment $R\cdot r$ décomposé suivant les deux axes de symétrie.

Discussion des formules fondamentales.

Les réactions d'appuis dépendent de la position de la volée, autrement dit, elles sont des fonctions de l'angle φ.

Lorsque la volée fait un tour complet, la résultante R décrit une circonférence de rayon r.

Cherchons la valeur de φ pour laquelle A est maximum

$$\frac{dA_R}{d\varphi} = 0 = \frac{r}{l}\cos\varphi - \frac{r}{m}\sin\varphi$$

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{m}{l} = \operatorname{tg}\alpha$$

$$\varphi = \alpha.$$

Pour trouver la position de la volée qui rend A_R maximum, il suffit d'abaisser du point O une perpendiculaire sur la droite LM. Remarquons que, pour cette même position, la réaction C_R est minimum.

En remplaçant dans l'équation (7) $\sin\varphi$ par $\frac{m}{\sqrt{l^2+m^2}}$ et $\cos\varphi$ par $\frac{l}{\sqrt{l^2+m^2}}$, on obtient :

$$A_{R\,max} = \frac{R}{4}\left(1 + \frac{r\sqrt{l^2+m^2}}{m\cdot l}\right)$$

de même

$$C_{R\,min} = \frac{R}{4}\left(1 - \frac{r\sqrt{l^2+m^2}}{m\cdot l}\right)$$

Cherchons encore les positions de R pour lesquelles la éaction C_R est nulle.

$$1 - \frac{r}{l}\sin\varphi - \frac{r}{m}\cos\varphi = 0\,;$$

posons $r\sin\varphi = x$
$r\cos\varphi = y$

l'équation devient

$$1 - \frac{x}{l} - \frac{y}{m} = 0.$$

C'est l'équation d'une droite qui passe par les points L et M. Si donc R se trouve sur la droite LM, la réaction C est nulle et la résultante R se répartit seulement sur les 3 appuis A, B, D.

Dans le cas $C_R = O$, on obtient, en partant des formules générales (7) (8) (10).

$$A_R = \frac{R}{2}$$

$$B_R = \frac{R}{2}\,\frac{m\sin\varphi}{m\sin\varphi + l\cos\varphi}$$

$$D_R = \frac{R}{2}\,\frac{l\cos\varphi}{m\sin\varphi + l\cos\varphi}\,.$$

Il est facile de démontrer que l'on arrive au même résultat en décomposant R directement sur les 3 appuis A, B, D, ce qui est une vérification de l'exactitude des formules.

Récapitulation.

Si la grue et sa voie de roulement remplissent les conditions admises au cours de cet article, les réactions en A, B, C, D, sont données par les relations (7) (8) (9) (10).

La réaction A sera maximum pour $\varphi = \alpha$ c'est-à-dire lorsque la volée est dans une direction perpendiculaire à la droite LM.

Pour cette même position, la réaction C sera minimum.

Lorsque les réactions ne peuvent pas être négatives (si la grue n'a pas de pinces de rail), pour que la grue soit en équilibre dans toutes ses positions il faut que $r \leqq m$; mais les formules (7) (8) (9) (10) ne sont valables que pour autant que R se trouve dans le triangle OLM ; si R est dans le triangle AML, la réaction C est nulle, la grue ne repose que sur les 3 appuis A, B, D et le calcul des réactions se fera en décomposant R sur ces 3 points. Dans ce cas, la grue se soulève de sa voie, en C, cependant sa stabilité n'est pas compromise.

Ce que nous venons de dire pour le cadran LOM peut, par analogie, s'appliquer aux trois autres cadrans.

SOCIÉTÉS

Société suisse des ingénieurs et des architectes.

Procès-verbal de l'assemblée des délégués du 24 février 1934, à 10 h. 45 du matin, au Casino de Berne.
(Suite et fin.) [1]

4. *Protection légale des titres « Ingénieur » et « Architecte ». Décision concernant une institution commune d'examen ; approbation du règlement d'examen.*

M. Vischer, président. Devant décider de la suite à donner aux démarches faites en vue de la protection des titres, le Comité central a convoqué l'assemblée des délégués pour fixer la ligne de conduite. Le rapport de la Commission *S. I. A.*, du 30 mars 1930, définit les principes directeurs de notre action en faveur de la protection. Puis nos exposés, faits aux assemblées subséquentes, ont fidèlement mis les délégués au courant des démarches entreprises. La question de la protection des titres préoccupe tous les pays ; les organisations internationales s'en sont activement occupées. Selon dernier rapport de la Commission consultative des Travailleurs intellectuels, de l'Office international du travail, le problème de la protection des titres, et de celle des professions, est à l'étude

[1] Voir *Bulletin technique* du 7 juillet 1934, page 166.