Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 31 (1905)
Heft: 8

Artikel: Méthode générale de calcul de la poutre continue sur appuis élastiques
Autor: Paris, A.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-24853

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Méthode générale de calcul de la poutre continue sur appuis élastiques.

Par M. A. PARIS, ingénieur civil.
Privat-Docent à l'Université de Lausanne.

(Suite et fin) [1].

CALCULS NUMÉRIQUES

La passerelle que nous allons étudier a été construite avec articulation au bas des piles. Nous l'avons calculée comme encastrée, pour avoir des ellipses bien déterminées, non dégénérées.

Les sections de la travée $A\,B$ et de ses appuis sont en double **T** rivé, avec âme de 10 mm., de hauteur variant de 300 mm. à 800 mm. pour les appuis et de 400 mm. à 800 mm. pour la travée. Les quatre cornières sont de 70 × 70 × 9 mm. et les semelles, une ou deux par membrure, de 180 × 10 mm. Les piles ont été divisées en cinq segments inégaux (N° 1 à 5) et chaque demi-travée en trois segments égaux (I-II, II-III, III-IV).

La détermination de ces éléments est la suivante :

N°	l	F moyen	$10^{-4}\,I$ moyen	$g\,.\,10^7$	$i_v = \sqrt{\frac{I}{F}}$	$i_h = i\sqrt{\frac{1}{12}}$
	cm.	cm²	cm⁴	cm⁻¹.t⁻¹	cm.	cm.
1	220	128,0	2,350	46,75	13,55	63,6
2	70	151,0	9,980	3,50	25,70	20,2
3	115	129,7	8,555	6,70	25,65	33,2
4	140	114,2	3,950	17,75	18,58	40,4
5	135	129,7	8,555	7,90	25,65	39,0
				$10^7\,.\,\Sigma_1^5\,g = 82{,}60$		
I-II	152	136,5	10,330	7,35	27,50	43,9
II-III	151	119,0	5,085	14,85	20,64	43,6
III-IV	151	111,0	3,355	22,50	17,38	43,6
				$10^7\,\Sigma_{\mathrm{I}}^{\mathrm{IV}}\,g = 44{,}70$		

Nous aurons donc

$$g_g = g_d = 82{,}60\,.\,10^{-7}$$

$$g_l = 2\,\Sigma_{\mathrm{I}}^{\mathrm{IV}}\,g = 89{,}40\,.\,10^{-7}$$

et

$$g_a = g_d + g_l = 172{,}00\,.\,10^{-7}.$$

Suivant la méthode ordinaire, on détermine les axes des ellipses g_g et g_a au moyen de trois paires de polygones funiculaires. On obtient ainsi les moments pour trois directions différentes, et par là, deux paires de diamètres conjugués de l'ellipse. La direction des axes se trouve alors facilement et deux nouvelles paires de polygones funiculaires donnent leurs valeurs.

Pour l'ellipse g_l, le problème est simplifié par le fait de la symétrie. La direction des axes est connue à priori.

Avec des pièces rectilignes, l'opération eût été simplifiée. On aurait épargné les polygones funiculaires.

La figure 2 donne la courbe de variation des moments d'inertie des sections de la travée, et la figure 3 la réduction proportionnelle de la surface de moments fléchissants relative à l'appui A.

[1] Voir N° du 10 avril 1905, page 89.

La symétrie de la travée et des appuis a permis de n'effectuer les constructions que pour l'articulation A, les résultats obtenus restant applicables à B.

Le moment I_c d'inertie constant a été choisi à 50 000 cm⁴, la hauteur m du triangle de moments à 300 cm. et la distance polaire $H_o = 4^t$. En prenant pour base de réduction $r = 200$ cm. et pour distance polaire du polygone funiculaire (fig. 5), relatif à la ligne de flexion (fig. 4), $e = 500$ cm., on obtient pour le rapport w de réduction

$$w = \frac{E\,.\,I_c}{H_o\,.\,r\,.\,e} = \frac{2000\ \mathrm{t/cm^2}\,.\,50\,000\ \mathrm{cm^4}}{4\ \mathrm{t}.\ 200\ \mathrm{cm}.\ 500\ \mathrm{cm}.} = 250.$$

A côté de la figure 4, nous avons l'angle de réduction donnant la ligne réduite de flexion de la figure 6. L'abscisse est $l = 9{,}08$ m. et l'ordonnée $H_o\,m = 12{,}00$ m.

Le polygone funiculaire de distance polaire (fig. 5)

$$e' = \frac{H_o\,m}{l}\,.\,e$$

épargne cette construction en donnant directement la ligne élastique de la figure 6

$$e' = \frac{12{,}00}{9{,}08}\,.\,500 = 660\ \mathrm{cm}.$$

La réaction horizontale W ayant même valeur sous A et B, est constante sur la longueur de la travée. Les facteurs qui la déterminent, outre g_g et g_l, sont donnés par l'épure

$$y_g = y_d = 241\ \mathrm{cm}. \qquad y_l = 20\ \mathrm{cm}.$$
$$f_g = f_d = 324\ » \qquad f_l = 71\ »$$
$$h_g = h_d = 284\ » \qquad r_g = r_d = 297\ »$$

ce qui nous donne

$$\lambda = 2\,g_g\,.\,y_g\,.\,f_g + g_l\,.\,y_l\,.\,f_l = 2 \times 82{,}60\,.\,10^{-7} \times$$
$$\times\,241\,.\,324 + 89{,}40\,.\,10^{-7} \times 20\,.\,71 = 1{,}3025,$$
$$\mu = \nu = g_g\,r_g\,h_g = 82{,}60\,.\,10^{-7} \times 297\,.\,284 = 0{,}6960.$$

De là nous tirons (fig. 8)

$$\frac{\mu}{\lambda} = \frac{\nu}{\lambda} = \frac{0{,}6960}{1{,}3025} = +\,0{,}534$$
$$W = 0{,}534\,P.$$

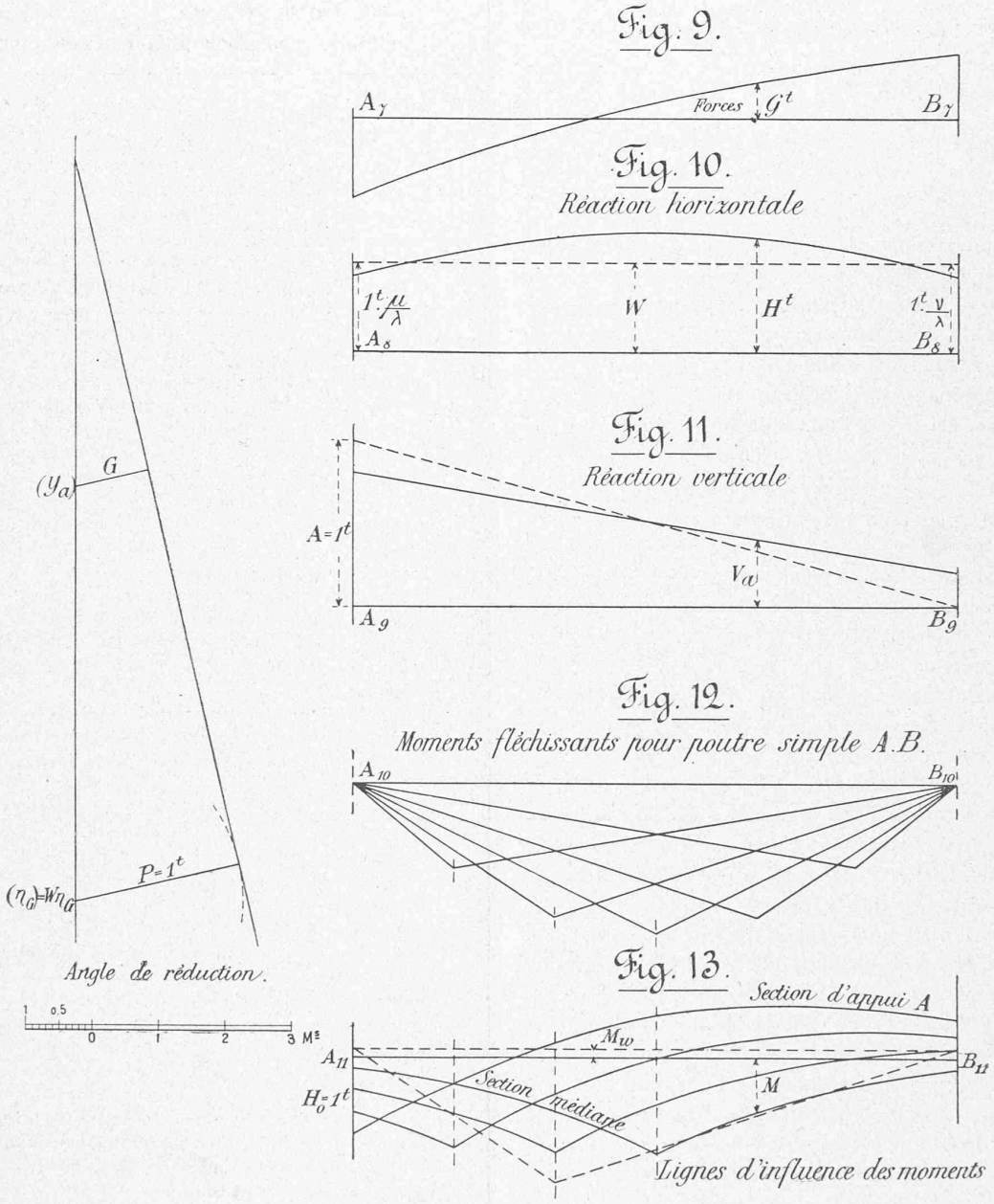
Nous pouvons maintenant déterminer la droite de fermeture de la surface d'influence des segments représentatifs, au moyen de ses ordonnées sous A et B.

Les facteurs nouveaux qui interviennent sont

$$k_a = 454\ \mathrm{cm}.$$
$$t_a = 1244\ \mathrm{cm}. \qquad t_d = 335\ \mathrm{cm}.$$
$$s_a = 1253\ » \qquad s_d = 349\ »$$

Ordonnée sous A.

$$(\Delta\,w_a) = [1^t\,.\,w\,.\,g_l\,.\,y_l\,.\,k_a]\,.\,\frac{\mu}{\lambda} =$$
$$= [1^t \times 250 \times 89{,}40\,.\,10^{-7} \times 20 \times 454]\,0{,}534 = +\ 11\ \mathrm{cm}.$$
$$(\eta_{ga}) = 1^t\,.\,w\,.\,g_g\,.\,r_g\,.\,t_a =$$
$$= 1^t \times 250 \times 82{,}60\,.\,10^{-7} \times 297 \times 1244 = +\ 763\ »$$
$$(\eta'_{gw}) = [1^t\,.\,w\,.\,g_g\,.\,y_g\,.\,s_a]\,\frac{\mu}{\lambda} =$$
$$= -[1^t \times 250 \times 82{,}60\,.\,10^{-7} \times 241 \times 1253]\,0{,}534 = -\ 335\ »$$
$$(\eta''_{gw}) = [1^t\,.\,w\,.\,g_d\,.\,y_d\,.\,s_d]\,\frac{\mu}{\lambda} =$$
$$= [1^t \times 250 \times 82{,}60\,.\,10^{-7} \times 241 \times 349]\,0{,}534 = +\ 99\ »$$
$$+\ 538\ \mathrm{cm}.$$



EPURE DE POUTRE CONTINUE SUR APPUIS ÉLASTIQUES

Passerelle métallique sur le canal de l'Aisne à la Marne, à Reims. — Echelle : 1 : 100.

Ordonnée sous B.

$$(\Delta w_b) = [1^t \,.\, w \,.\, g_t \,.\, y_t \,.\, k_a] \,.\, \frac{\nu}{\lambda} =$$

$$= [1^t \times 250 \times 89{,}40 \,.\, 10^{-7} \times 20 \times 454]\, 0{,}534 = +\ 11 \text{ cm.}$$

$$(\eta_{gb}) = -\,1^t \,.\, w \,.\, g_d \,.\, r_d \,.\, t_d =$$

$$= -1^t \times 250 \times 82{,}60 \,.\, 10^{-7} \times 297 \times 335 = -\ 206 \text{ »}$$

$$(\eta'_{gw}) = -\,[1^t \,.\, w \,.\, g_g \,.\, y_g \,.\, s_d]\, \frac{\nu}{\lambda} =$$

$$= -[1_t \times 250 \times 82{,}60 \,.\, 10^{-7} \times 241 \times 1253]\, 0{,}534 = -\ 335 \text{ »}$$

$$(\eta''_{gw}) = [1^t \,.\, w \,.\, g_d \,.\, y_d \,.\, s_d]\, \frac{\nu}{\lambda} =$$

$$= [1^t \times 250 \times 82{,}60 \,.\, 10^{-7} \times 241 \times 349]\, 0{,}534 = +\ 94 \text{ »}$$

$$-\ 436 \text{ cm.}$$

La ligne de fermeture ainsi déterminée, nous avons la surface des moments de réencastrement en A par la force G, et conséquemment, vu la symétrie de notre exemple, celle relative à la force D en B. Les positions de ces forces sont déterminées par la figure 8, ainsi que les facteurs linéaires qui s'y rapportent. Ce sont

$g_a = 172{,}00 \,.\, 10^{-7}$	$d_a = 155$ cm.	$e_a = 1127$ cm.
$g_g = 82{,}60 \,.\, 10^{-7}$	$d_g = 275$ »	$e_g = 648$ »

Nous en déduisons pour le facteur

$$l \,.\, \theta'_g = (\eta_G) \,.\, G_a{}^t$$

la valeur de $(\eta_G) \,.\, 1^t$, soit en centimètres

$$(\eta_G) \,.\, 1^t = [g_a \,.\, d_a \,.\, e_a + g_g \,.\, d_g \,.\, e_g] \,.\, w \,.\, 1^t =$$
$$= [172{,}00 \,.\, 10^{-7} \times 155 \times 1127 + 82{,}60 \,.\, 10^{-7} \times 275 \times$$
$$\times 648]\, 250 \,.\, 1^t = 750 + 366 = 1116 \text{ cm.}$$

Dès lors la force G est déterminée par le rapport

$$G = P \,.\, \frac{1}{(\eta_G)} \,.\, (y_a).$$

On prend pour centre de l'arc de cercle un point situé à la distance $(\eta_G) = 1116$ cm. de l'origine de la tangente, et, pour rayon de cet arc déterminant, une longueur représentant $P = 1^t$. A la distance (y_a) de l'origine, on trouvera au compas la valeur représentant G^t.

En portant sous chaque position de $P = 1^t$ la force G correspondante, on trouve (fig. 9) la ligne d'influence de cette réaction et, vu la symétrie, la courbe, renversée, des forces D. Au moyen des composantes verticales et horizontales de ces forces on apporte aux surfaces d'influence de A et W les corrections dues à l'encastrement. Mais en faisant ces corrections, il faut remarquer que les forces obliques G et D doivent être prises du même côté de l'articulation que la réaction A, B ou W à corriger. Le signe de la correction en dépend.

On peut maintenant mesurer les réactions verticales et horizontales définitives provoquées par une charge quelconque reposant sur la travée $A\,B$.

La figure 12 donne les surfaces d'influence des moments pour la travée supposée libre sur ses appuis. Dans la figure 13 enfin nous avons les surfaces définitives d'influence pour quatre sections, I, II, III et IV de la travée, IV étant la section médiane et I la section d'appui A.

Pour la section III, nous avons indiqué en pointillé la marche. Premièrement, on porte la surface d'influence due à W. Dans notre cas, c'est une parallèle à $A_{11}\,B_{11}$, située au-dessus, les moments étant négatifs et constants pour une section donnée, proportionnels à l'ordonnée de l'axe au-dessus de $A\,B$. On porte ensuite, en dessous de cette droite pointillée, le triangle positif de la surface de moments pour appuis libres, et c'est à partir de ces obliques pointillées qu'on porte les corrections venant des forces G et D, soit $M_G + M_D$. Ces corrections dépendent des rayons γ et δ de ces forces à partir du centre de la section. Le mieux est de construire des angles de réduction comme celui qui a servi à déterminer les forces G elles-mêmes, et d'employer directement les ordonnées de la figure 6, sans passer par la figure 9 qui a déjà subi une réduction. L'exactitude y gagne.

Une fois ces surfaces d'influence déterminées, l'état statique de la construction est défini, du moins pour la travée considérée et les forces agissant directement sur elle.

Pour ce qui est des autres actions, nous renvoyons simplement à ce qui a été exposé plus haut.

Divers.

Bâtiment scolaire de Colombier [1]. (Canton de Neuchâtel).

Rapport du jury du concours.

A la date du 25 février 1905, fixée par le programme du concours, soixante-cinq projets étaient parvenus au Conseil communal de Colombier. Par suite de l'absence d'un de ses membres, le jury n'a pu se réunir immédiatement. Le travail de déballage et d'exposition, présidé par un juré, a duré plusieurs jours. Cela s'explique par la nécessité de trouver une place convenable pour afficher environ cinq cents feuilles ou châssis, dont plusieurs de grandes dimensions.

Sous ce rapport, les deux grandes salles du premier étage de la caserne des carabiniers à Colombier offraient des espaces suffisamment vastes et éclairés pour permettre une exposition convenable ; cependant une tablette assez large, fixée à mi-hauteur des cloisons, était un obstacle sérieux, de sorte que certains projets ont dû être placés trop bas ou trop haut. Cette situation défectueuse ne présentait du reste d'inconvénient que pour l'exposition publique, car les dessins mal placés ont été mis en bon éclairage pendant leur examen.

Il serait désirable, pour faciliter le travail du jury, qu'un programme de concours recommandât de faire, autant que possible, d'un format uniforme les dessins d'un même projet, sauf la perspective.

Chaque projet a reçu un numéro qui a été appliqué sur les dessins, devis, notice et sur le pli cacheté. Deux délégués du Conseil communal ont assisté et aidé aux travaux de déballage et d'exposition.

Le jury au complet s'est réuni, le 4 mars 1905, dans les salles d'exposition ; il a procédé à l'examen et au classement des projets, dès 8 $^1/_2$ h. du matin à 6 $^1/_2$ h. du soir, et il a continué son travail le lendemain dès 8 $^1/_2$ h. à midi.

Malgré le court délai de 2 $^1/_2$ mois et l'échelle de 1 : 100 fixés par le programme, délai et échelle qui ont donné lieu à une demande de prolongation et de modification de la Société des Ingénieurs et Architectes de Neuchâtel, malgré la modicité de la somme de Fr. 2500 allouée pour les prix, soixante-cinq concurrents ont pris part au concours.

La moyenne des plans est bonne, plusieurs sont remarquables, soit par leur valeur technique, soit par leur valeur artistique. Le jury aurait désiré pouvoir récompenser plus de quatre concurrents et délivrer plus de quatre mentions honorables.

Les projets retenus pour le quatrième examen présentent tous des qualités transcendantes, soit pour les plans, soit pour les façades. Ils méritent tous une distinction spéciale.

La plupart des projets admis au troisième examen ont de grands mérites ; s'ils n'ont pas été retenus pour la quatrième observation, c'est qu'en un ou plusieurs points ils ne répondaient pas absolument au programme.

Plusieurs études admises au second examen ont de notables qualités, mais elles s'écartent trop du programme, soit dans les dispositions générales, soit dans les arrangements spéciaux, soit dans les devis.

Le jury a donc décidé de procéder tout d'abord à une inspection générale des plans (premier examen), chaque juré devant travailler seul et noter les projets dont il proposerait l'élimination au premier tour. Les cinq jurés réunis procédèrent ensuite à l'élimination de 27 projets, c'est-à-dire de ceux-là seuls au sujet desquels il y avait unanimité, et qui sont désignés ci-après :

N° 6. *Luft u. Licht.* — 10. *Esprit National.* — 13. *Gretula.* — 14. *Scienzia.* — 16. *Lumière.* — 17. *Juventuti.* — 18. *Areuse.* — 26. *Pour la Jeunesse de Colombier.* — 30. *Simple.* — 35. *Rennes.* — 36. *Einfach.* — 39. *Place d'arme fédérale.* — 40. *Travail.* — 41. *Pour la Jeunesse.* — 42. *Juventuti.* — 45. *Chasseral.* — 46. *Ba-*

[1] Voir N° du 10 mars 1905, page 76.