Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 52 (1926)

Heft: 12

Artikel: Appareil système Colonnetti servant au tracé des lignes d'influence de la poutre continue

Autor: Colonnetti, Gustavo

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-40292

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: 19.02.2026

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

méthode autre que celle prévue par l'annexe à la Convention ;

considérant que pour ces motifs les certificats délivrés postérieurement au 1er octobre 1926 par certains Etats rhénans ne pourraient plus être reconnus, comme ils le sont sous l'empire des conventions et règlements actuellement en vigueur ;

considérant que la navigation rhénane ne saurait être exposée au préjudice considérable que lui infligerait une pareille situation,

estime qu'il est désirable que, par la voie d'un protocole additionnel, la date du 1er octobre 1926, stipulée dans l'article 7 de la Convention de Paris, soit remplacée par celle du 1er octobre 1927 et

charge son Bureau de porter ce qui précède à la connaissance du Secrétariat de la Société des Nations en le priant de provoquer aussitôt que possible la signature d'un semblable protocole ;

d'autre part, considérant qu'au point de vue technique l'annexe à la Convention de Paris se suffit à elle-même et qu'en ce qui concerne les dispositions d'ordre administratif, il ne paraît pas y avoir de nécessité pratique à en assurer l'uniformité, qu'il n'y a donc pas lieu d'établir pour l'application des dispositions de ladite Convention un règlement applicable au jaugeage des bateaux sur le Rhin, — estimant désirable la ratification simultanée aussi prochaine que possible de la Convention de Paris par l'Allemagne, la Belgique, la France, les Pays-Bas et la Suisse et la promulgation simultanée des dispositions administratives nécessaires à sa mise en application,

décide que le règlement adopté par la Commission, les 6 octobre 1899 et 11 mai 1900, cessera d'être en vigueur six mois après l'entrée en vigueur de la Convention de Paris dans les pays susnommés, les règlements analogues en vigueur en France et aux Pays-Bas, de même qu'en Belgique, devant cesser d'être en vigueur à la même date en ce qui concerne les bateaux naviguant sur le Rhin, et que l'annexe à la Convention de Paris se substituera aux textes actuels, les Etats édictant les dispositions administratives et émettant les instructions techniques voulues et dont le texte sera communiqué à la Commission. (Voir *Bulletin technique* N° 2, du 16 janvier 1926, page 13.)

Rapport de M. Walker Hines [1].

1° La question « concurrence des chemins de fer » sera maintenue à l'ordre du jour pour être examinée lorsque l'état d'avancement des travaux du Comité spécial institué par la Société des Nations rendra cet examen opportun. — 2° La question « surtaxe française » sera examinée au cours de la prochaine session. — 3° Les questions relatives aux formalités douanières seront examinées à la lumière des travaux de la sous-commission des affaires douanières. (Voir *Bulletin technique*, N° 2, du 16 janvier 1926, page 14.)

Modification de la berge du Rhin au droit du port de Strasbourg.

La Commission centrale approuve le projet que la délégation française lui a soumis, conformément à l'article 359 du Traité de Versailles, en vue de modifier la berge du Rhin, au droit du port de Strasbourg.

Service hydrométrique.

La Commission, après avoir pris connaissance du rapport du Comité du Service hydrométrique, estime qu'il y a lieu de faire fonctionner le service à titre d'essai pendant une nouvelle année ; prie le Comité de faire le nécessaire en vue de l'établissement de ce service et de présenter des propositions définitives à l'expiration de l'année d'essai. (Voir *Bulletin technique*, N° 2 du 16 janvier 1926, page 13.)

Participation de la Commission à l'Exposition internationale de navigation intérieure et d'exploitation des forces hydrauliques à Bâle.

1° La Commission accepte l'invitation du Gouvernement du canton de Bâle-Ville, transmise par la délégation suisse, de se rendre les 19 et 20 juillet à l'Exposition internationale de navigation intérieure et d'exploitation des forces hydrauliques qui se tiendra à Bâle. 2° La Commission décide en outre de participer à l'Exposition de Bâle en qualité d'exposant.

Date de la prochaine session.

En raison de la fixation au 9 décembre de la date d'ouverture du Congrès de navigation qui doit se tenir au Caire, la Commission centrale décide en principe de se réunir le lundi 15 novembre, à 15 heures.

[1] Un extrait de ce rapport a été publié à la page 310 du *Bulletin technique* du 5 décembre 1925. *Réd.*

Appareil système Colonnetti

servant au tracé des lignes d'influence de la poutre continue,

par le Professeur GUSTAVO COLONNETTI, Directeur de la Regia Scuola d'Ingegneria de Turin (traduction de l'italien.) [1]

On sait que tout problème relatif à l'état statique d'une construction élastique soumise à des charges mobiles se réduit à une simple question de déformation, et ceci grâce au principe de réciprocité. C'est en effet la réciprocité existant entre deux états quelconques de déformation d'un corps élastique — démontrée pour la première fois par *J.-C. Maxwell* [2] en 1864 et, quelques années plus tard, sous une forme plus générale, par *Henri Betti* [3] — qui a permis d'établir l'identité de la ligne d'influence pour le déplacement dans une direction donnée d'un point donné d'une poutre infléchie avec la déformation de la poutre supposée sollicitée uniquement par une force unitaire appliquée en ce point selon cette direction. Le théorème de Betti [4] a même trouvé sa plus vaste application dans la possibilité de construire comme déformation de la poutre sollicitée les lignes même d'influence des réactions d'appui.

Plus tard, *Robert Land* [5] remarqua que certaines lignes d'influence des efforts de cisaillement et des moments fléchissants dans une section d'une poutre continue pouvaient aussi s'interpréter comme déformations de la poutre qu'il imaginait soumise à des sollicitations intérieures appropriées. Dès ce moment on donna plus d'importance au principe de réciprocité ; idée très heureuse malgré les lacunes incontestables de la méthode de Land. Il existe effectivement au sens propre du mot une vraie réciprocité non seulement entre l'état effectif de déformation d'un système élastique en équilibre et tout autre état de déformation possible, mais encore entre son état effectif de tension intérieure et toute autre distribution de tensions qui soit en équilibre [6].

En vertu de ce qui précède et qu'on pourrait appeler *le second principe de réciprocité*, toute ligne d'influence de la composante suivant une direction donnée (ou

[1] Extrait du *Giornale del Genio Civile*, 1914.

[2] *Philosophical Magazine* (1864), vol. 27.

[3] *Il nuovo Cimento* (1872), série 2, tome VII et VIII.

[4] Voir par exemple *W. Ritter, Anwendungen der graphischen Statik*, Dritter Teil, Zürich 1900.

[5] *Zeitschrift für Bauwesen*, 1890, page 105 et les travaux cités dans cette publication. Voir aussi le travail de Ritter cité également au même endroit.

[6] Voir ma note « *Sul principio di reprocità* » publiée dans les *Rendiconti della R. Accademia dei Lincei* (série V, vol. XXI) et reproduite avec quelques variations dans le *Giornale del Genio Civile* (année 1913).

encore du moment par rapport à un axe donné) du système de tensions internes qui se développent dans une section donnée d'une poutre infléchie, n'est autre chose que la courbe de déformation de la poutre coupée selon cette section dans l'hypothèse que les deux faces de la coupure soient contraintes à une translation unitaire et négative dans la direction désirée (ou encore : à une rotation relative, également unitaire et négative autour de l'axe choisi), moyennant l'application sur les faces mêmes de deux distributions convenablement choisies de forces égales et contraires.

Si la section dont il s'agit sépare le système donné en deux parties, l'état de déformation des deux parties n'est pas modifié par des déplacements rigides s'étendant aussi à leurs liaisons relatives. Rien n'empêche toutefois de se figurer ces deux parties d'abord amenées par un déplacement accidentel l'une par rapport à l'autre dans une position telle que l'application sur les faces de la section des distributions de forces dont il vient d'être fait mention remette ces faces à nouveau en coïncidence, et redonne ainsi au système sa structure primitive.

On exprime ceci en disant que : Les lignes d'influence indiquées plus haut peuvent être obtenues également en imprimant aux deux groupes d'appuis, que ladite section sépare, un déplacement relatif unitaire dans la direction choisie (ou : une rotation relative, également unitaire, autour de l'axe choisi) et en comparant la forme prise par la poutre donnée dans ses nouvelles conditions de liaison à celle que les mêmes conditions de liaison entraîneraient si la poutre avait été coupée en deux suivant la section considérée. Comme conclusion, le problème de la construction des lignes d'influence des efforts d'une poutre continue sur appuis invariables se réduit chaque fois au problème du tracé de la déformation de la poutre par dénivellement des appuis.

Si la poutre est homogène et prismatique, l'allure de cette déformation ne dépend pas de la valeur du module d'élasticité du matériau, ni des caractéristiques géométriques de la section. Il paraissait donc logique de se demander si les lignes d'influence que l'on rencontre dans la théorie de la poutre continue à section constante et avec appuis rigides ne pourraient pas être toutes obtenues au moyen d'un modèle unique à appuis mobiles, modèle susceptible de déformations élastiques assez grandes pour pouvoir être soumises directement à la mesure. Il est vrai toutefois que tous ces raisonnements supposent qu'on se limite (hypothèse essentielle dans toute la théorie de l'élasticité) à des déformations très petites et que, si nous parlons de déplacements ou de rotations unitaires, c'est seulement afin d'employer une expression abrégée pour désigner en dimensions déterminées des déformations que, pour tout cela, nous ne cessons pas moins de considérer comme infinitésimales en nous servant des constructions et des méthodes de calcul que la théorie met à notre disposition. Il ne faut donc pas oublier qu'il n'eût pas été légitime du tout de soutenir *a priori* que les résultats obtenus sur un tel modèle devaient être rigoureusement exacts. Il n'était pas moins à présumer que ces résultats se seraient maintenus, au moins tant qu'on ne dépasse pas certaines limites, dans l'ordre de l'approximation dont, pour tant de raisons, la technique est obligée de se contenter en pratique.

L'expérience que j'ai faite avec un appareil construit dans ce but à mon laboratoire de mécanique appliquée de l'Ecole royale navale supérieure de Gênes a largement confirmé ces prévisions en démontrant que, au moyen d'un ruban flexible en acier que l'on contraint à passer par des points fixes donnés, on peut obtenir des diagrammes pratiquement identiques à ceux qui sont fournis par le calcul, si on prend la précaution de rendre négligeables les résistances de frottement qui tendent naturellement à se produire entre le ruban et les obstacles contre lesquels, en se déformant, il vient s'appuyer. Cette condition, qui s'est de suite révélée comme étant absolument essentielle, m'a non seulement suggéré une conformation spéciale des organes destinés à servir d'appui au ruban, mais m'a convaincu de la nécessité d'une

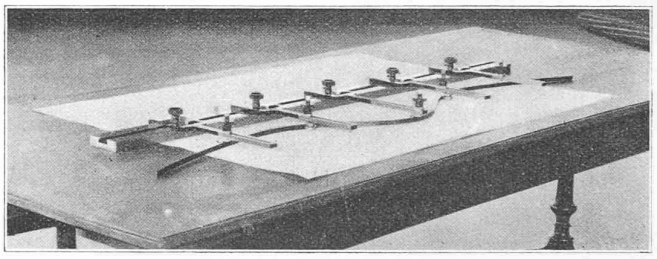

Fig. 1. — Influentiographe de *M. Colonnetti.*

exécution très soignée, comme il convient à un instrument de haute précision. En conséquence j'ai confié l'exclusivité de la construction de cet appareil à la maison Amsler Frères (actuellement *Alfred-J. Amsler et C°*), de Schaffhouse, Suisse, qui s'est montrée digne de cette confiance et a su réaliser des résultats au-dessus de tout éloge et bien dignes de sa renommée.

Description de l'Influentiographe.

L'appareil en question, qui a été lancé par la susdite maison sous le nom d'*Influentiographe*, est représenté, par la fig. 1, en service. Sur une longue règle en acier munie d'une rainure en « queue d'hirondelle » peuvent se mouvoir librement quelques curseurs qui portent, mobiles dans leur coulisse, les organes d'appui du ruban. Chacun de ces organes d'appui (voir fig. 2) consiste en un pivot vertical mobile dans son support et portant à son extrémité inférieure un roulement à billes à axe excentrique par rapport au pivot, et dont l'excentricité est égale à son rayon. Le ruban vient s'appuyer en se déformant contre ce roulement en obligeant, par sa pression, le système mobile à s'orienter de telle façon que la génératrice de contact vienne coïncider avec l'axe du pivot. La position de cette génératrice de contact est ainsi absolument indépendante de l'« allure » que

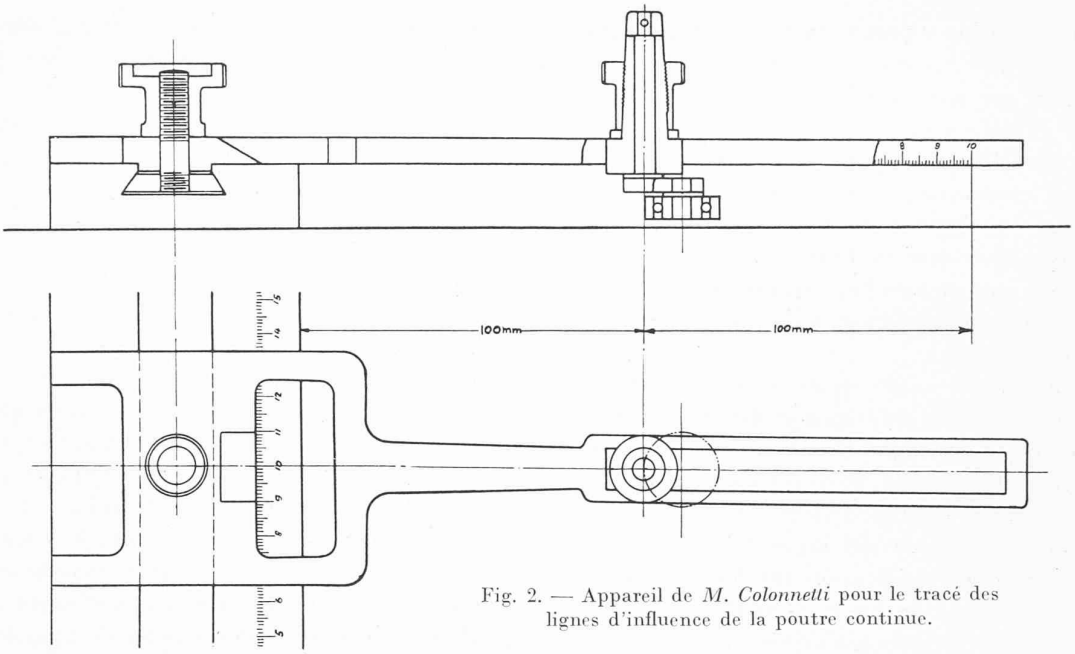

Fig. 2. — Appareil de *M. Colonnetti* pour le tracé des lignes d'influence de la poutre continue.

pourra prendre le ruban en s'infléchissant : elle dépend seulement de la position que nous avons donnée au support du pivot, position qui, dans l'instrument, est complètement déterminée au moyen des échelles graduées en millimètres tracées sur la règle et sur le côté de chaque coulisse.

Pour tracer une ligne déterminée d'influence avec l'instrument on procède comme suit : On trace sur une feuille de papier à dessin, bien tendue sur une table rigoureusement plate, trois lignes droites x', x, x'' (fig. 3), parallèles et distantes de 10 cm. On limite ensuite le dessin en tirant une quatrième droite y perpendiculaire

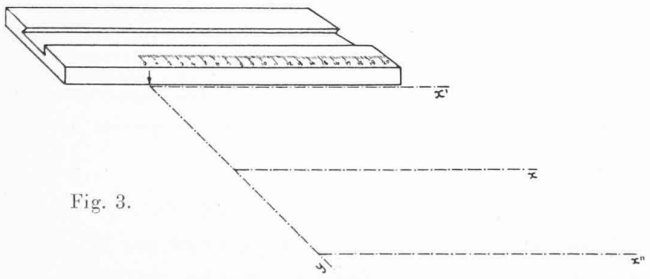

Fig. 3.

aux premières. Puis, si l'on place la règle sur le dessin de manière que son bord antérieur coïncide avec l'axe x' et que l'intersection de cet axe avec l'axe y vienne coïncider avec l'index tracé sur ce bord, les échelles susmentionnées indiquent respectivement les distances entre les différentes verticales d'appui et les deux axes de coordonnées y et x, tout en permettant la coordination immédiate de ces verticales relativement à des points choisis au hasard dans l'espace du dessin compris entre les deux parallèles x x''.

On peut alors tracer directement la ligne que fait le ruban flexible, enfilé entre les différents galets de manière qu'il soit effectivement en contact avec chacun d'eux, en suivant les contours du ruban avec un crayon, d'une main très légère. La détermination préliminaire des points fixes par lesquels la courbe doit passer si l'on désire qu'elle représente la solution d'un problème posé se fera chaque fois d'après les règles suivantes :

Ligne d'influence de la réaction d'un appui (fig. 4). On l'obtient en imaginant un abaissement de grandeur unitaire imposé à l'appui qu'on a choisi, alors que tous les autres appuis resteraient fixes. Une fois les divers curseurs disposés à des distances proportionnelles aux différentes « portées » de la poutre et toutes les verticales d'appui amenées en coïncidence avec l'axe x, on obtiendra les différentes lignes d'influence relatives aux différents appuis en déplaçant successivement et séparément ces verticales jusqu'à fond de course, c'est-à-dire jusqu'à ce que leurs traces tombent sur l'axe x''.

Le ruban est enfilé de façon que les galets se trouvent alternativement de l'un ou de l'autre côté ; dans l'une des positions il sert pour toutes les lignes correspondant à des appuis extrêmes (discontinus) et dans l'autre pour toutes les lignes correspondant à des appuis intermédiaires (continus) (fig. 4 (b).

Il y a lieu de compter toutes les ordonnées en partant de l'axe x et elles doivent être mesurées à l'unité de 100 millimètres. Nous voulons dire par cela que la grandeur de la réaction produite par une charge P appliquée en un point quelconque est égale à

$$P \cdot \eta$$

où η représente le nombre donnant en décimètres l'ordonnée interceptée par la ligne d'influence sur la verticale de la charge.

Ligne d'influence de l'effort de « cisaillement » dans une section (fig. 5). On l'obtient en imaginant les deux groupes d'appuis à gauche et à droite de la section disposés respectivement sur deux alignements parallèles distants entre eux de l'unité de longueur. (Fig. 5 (a). En choisissant

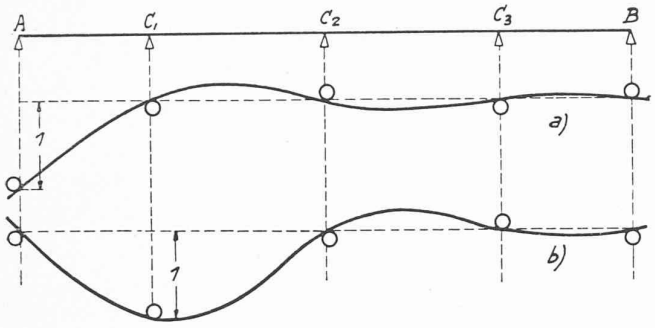

Fig. 4.

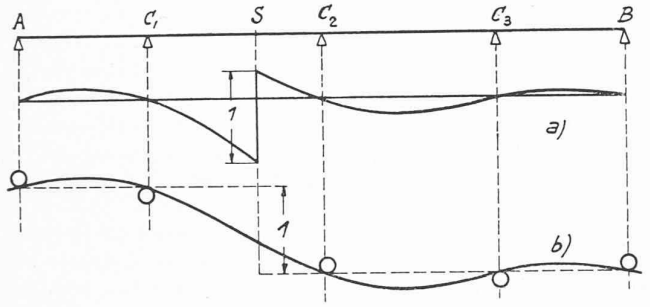

Fig. 5.

comme alignement les deux droites limites x et x'' et en plaçant les verticales d'appui à gauche de la section en coïncidence avec l'axe x, puis celles à droite de la section en coïncidence avec x'' (fig. 5 (b), on lira à partir du premier alignement toutes les ordonnées à gauche et à partir du second toutes les ordonnées à droite de la section. L'unité de mesure demeure ici également invariablement de 100 mm. Une courbe unique sert pour toutes les sections d'une même « portée », l'effort de cisaillement ne variant qu'au passage des appuis et étant constant sur toute la longueur de chaque portée.

Ligne d'influence du moment de flexion dans une section (fig. 6). Pour l'obtenir il faudrait disposer les deux groupes d'appuis à gauche et à droite de la section respectivement sur deux alignements, qui se couperaient sur la verticale de la section considérée sous un angle tel que le segment que ces alignements interceptent sur une verticale distante de la précédente de l'unité de longueur soit à son tour égal à l'unité de longueur. (Fig. 6 (a). Cette dernière condition n'est pas toujours commode à réaliser ; il conviendra donc dans la pratique de choisir les deux alignements sans se préoccuper de leur inclinaison réciproque, quitte à évaluer ensuite cette inclinaison en se servant de la formule :

$$\frac{h_g}{l_g} + \frac{h_d}{l_d}$$

où h_g et h_d représentent respectivement les dénivellements de deux paires d'appuis consécutifs, l'un à gauche, l'autre à droite de la section, tandis que l_g et l_d expriment à la même échelle l'ouverture des deux « portées » que ces deux paires d'appuis limitent (fig. 6 (b).

Le moment fléchissant produit dans la section par la charge générale quelconque P se calculera donc par la formule

$$\frac{P \cdot \eta}{\frac{h_g}{l_g} + \frac{h_d}{l_d}}$$

où l'ordonnée générale correspondante η de la ligne d'influence est considérée comme longueur et en conséquence mesurée à l'échelle des longueurs adoptée pour l'expression de la portée. Ce qui a été dit du moment dans une section générale quelconque est valable en particulier pour les moments sur les appuis, dont les lignes d'influence seront donc construites en procédant de la façon indiquée à la fig. 7.

Ligne d'influence de l'abaissement (flèche) d'une section (fig. 8). Comme nous l'avons dit au début déjà, cette ligne d'influence peut être construite comme ligne élastique de la poutre donnée, supposée sollicitée par une charge *1* appliquée dans le plan de la section dont on a l'intention de déterminer la flèche. L'influentiographe peut être utilisé dans ce cas si l'on connaît le déplacement

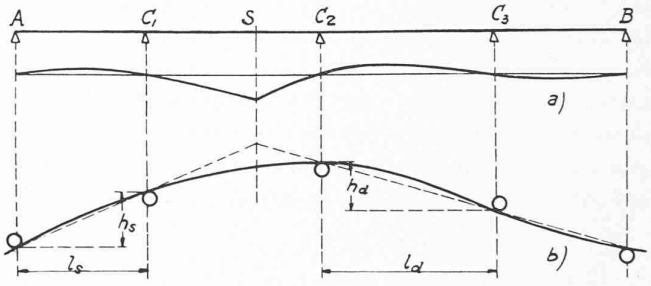

Fig. 6.

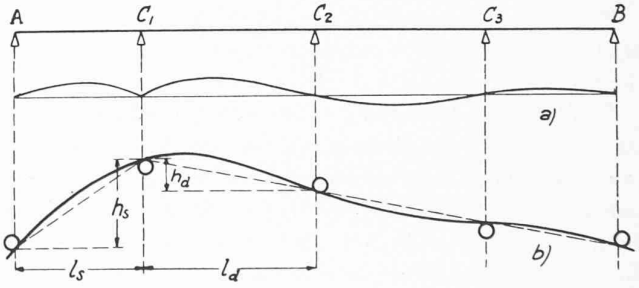

Fig. 7

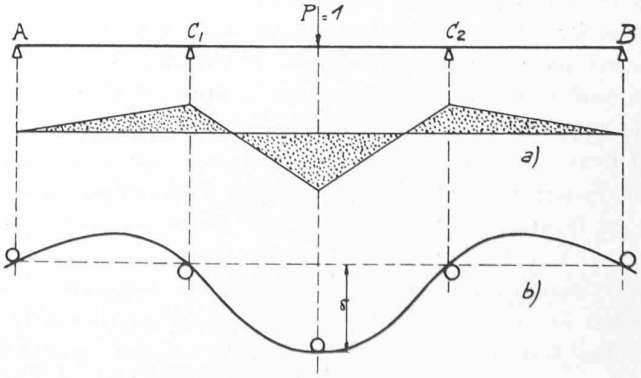

Fig. 8

que, sous l'action de cette charge, le point d'application de celle-ci doit subir.

Or, désignant comme d'habitude par E et J respectivement le module normal d'élasticité du matériau et le moment d'inertie (par rapport à l'axe neutre) de la section de la poutre, et par M le moment fléchissant produit par cette charge unitaire dans une section d'abcisse générale x, moment dont la variation peut être facilement représentée graphiquement (fig. 8 (a), une fois les réactions hyperstatiques déterminées de la façon indiquée ci-dessus, on peut calculer pratiquement cet abaissement au moyen de la formule approchée

$$1 \cdot \delta = \frac{1}{EJ} \int M^2 \, dx$$

dans laquelle l'intégrale s'étend à toute la longueur de la poutre.

En disposant les différents curseurs comme d'habitude à la manière d'appuis, mais en en réservant un pour la section considérée, on fixera la verticale d'appui du ruban correspondant à cette section à une distance représentant à une échelle convenable le déplacement δ par rapport à l'axe x, sur lequel seront alignées toutes les autres verticales d'appui. La ligne décrite par le ruban assujetti, en plus des appuis ordinaires, aussi à cette dernière attache (fig. 8 (b), représentera alors à la même échelle la ligne d'influence recherchée. Ceci signifie que l'abaissement (flèche) produit dans la section donnée par une charge donnée est mesuré par le produit

$$P \cdot \eta$$

que l'on obtient en multipliant l'ordonnée η de la ligne d'influence, lue à l'échelle indiquée ci-dessus sur la verticale de la charge, par le nombre P qui en mesure l'intensité.

Pour exécuter de cette façon l'étude complète d'une poutre continue sur n appuis, il faudrait que l'influentiographe fût doté de $n + 1$ curseurs.

L'expérience démontre toutefois que l'influence exercée sur une attache donnée, ou sur une section donnée, par une charge, est pratiquement négligeable quand celle-ci se trouve sur une « ouverture » distante d'au moins deux portées de celle à laquelle appartient la section ou l'attache considérée ; cinq curseurs seulement suffisent toutefois dans chaque cas aux exigences du technicien qui se propose de résoudre pratiquement un des problèmes que nous avons passés ici rapidement en revue. Ceci est à plus forte raison le cas quand on veut utiliser l'instrument pour des démonstrations à but didactique, but auquel je tiens particulièrement à faire allusion avant de terminer cette brève notice, parce que c'est précisément en prévision de ses applications pour les besoins de l'enseignement que j'ai imaginé l'influentiographe ; c'est le modèle qui donnera à mes élèves une idée concrète et instructive de l'allure des lignes d'influence et leur permettra d'observer directement comment ces lignes se modifient avec les différentes positions des points d'appui de la poutre continue et par suite des dimensions relatives de ses différentes « portées ».

L'architecture à l'Exposition des arts décoratifs

par M. AUGUSTE PERRET.

Comme suite à l'étude de M. Abel Fabre *sur « L'Architecte autrefois et aujourd'hui », publiée dans nos numéros 5, 6 et 7 et commentée par M.* Léon Petit, *dans notre numéro 9, il nous paraît intéressant de reproduire, presque* in extenso, *d'après la revue* Arts et Métiers, *qui a bien voulu nous y autoriser, une conférence, faite en octobre 1925, par un de ces architectes qui, selon le vœu de M. A. Fabre, renouvellent la tradition du* mechanicus *antique. MM. A. et G. Perret sont, tous nos lecteurs le savent, les auteurs de plusieurs œuvres admirables : la plus célèbre est l'église, en béton armé, de Notre-Dame du Raincy, décrite dans un article de* L'Architecte (*numéro de février 1924*) *dont voici le début : « Peut-être faut-il remonter à la construction de la grande salle de lecture de la Bibliothèque Nationale, par H. Labrouste, pour trouver dans l'histoire de l'architecture française, un fait d'importance comparable à la construction de l'église du Raincy par MM. A. et G. Perret. Une esthétique absolument nouvelle y apparaît, maîtresse de moyens si parfaits qu'elle impose invinciblement l'idée d'une plus longue carrière... » Donnons maintenant la parole à M. A. Perret :* RÉD.

« A travers l'histoire, l'architecture a toujours été l'expression fidèle de son époque. Les architectes ont toujours tiré le parti le plus étendu des moyens matériels mis à leur disposition par la science de leur temps, et c'est au moment où la Science n'a rien apporté de nouveau qu'a commencé la décadence de l'architecture.

» L'invention de la plate-bande a donné l'architecture antique, et quand tous les partis possibles eurent été tirés de ce mode de construction, heureusement est arrivée l'invention de la voûte qui s'est manifestée pour la première fois à Sainte-Sophie de Constantinople avec toutes ses conséquences, et qui nous a donné l'architecture ogivale et l'architecture orientale. Ces deux architectures ont couvert de leurs productions une grande partie du monde. En Orient, toutes les grandes mosquées sont filles de Sainte-Sophie : elles sont réalisées avec les mêmes moyens de construction. En Occident, l'architecture ogivale a couvert l'Europe d'édifices issus des principes appliqués à Sainte-Sophie, mais réalisés avec d'autres matériaux. La croissance a duré jusqu'à la fin du 13e siècle. Et quand, à la fin du 15e siècle, toutes les combinaisons possibles eurent été utilisées, à bout d'imagination, et, pour changer, faire du nouveau, on retourna à l'antiquité : ce fut ce qu'on a appelé la Renaissance. Ce mouvement rétrospectif n'est pas, à mon avis, une renaissance mais bien une décadence, et il est permis de dire que si, depuis la fin du 13e siècle, des hommes de génie ont produit des monuments qui sont des chefs-d'œuvre (le Val de Grâce, le dôme des Invalides, le Palais de Versailles), ces édifices sont de magnifiques décors dus à de grands artistes, mais leur *structure* ne commande pas leur aspect, comme on peut le voir au Parthénon, à Sainte-Sophie ou à Chartres. Ce n'est plus, à proprement parler, de l'architecture.

» C'est seulement avec les perfectionnements apportés à la fabrication du fer que nous avons vu une transformation profonde de la construction, et, par conséquent, de l'architecture.

» C'est dans la construction du Théâtre français (1783) que l'architecte Louis employa pour la première fois, en grand, le fer, et le fit avec une telle ingéniosité qu'on peut dire que jamais, depuis, on n'a refait un travail aussi audacieux. Le comble qui couvre le théâtre actuel, reconstruit en 1900 à la suite de son incendie, comporte un poids de fer infiniment supérieur à celui qu'employa l'architecte Louis.