Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 59 (1933)

Heft: 21

Artikel: Observations sur la section verticale longitudinale d'une salle de théâtre du point de vue de l'acoustique

Autor: Fotino, Scarlat

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-45680

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: 10.12.2025

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

59e année 14 octobre 1933 N° 21

BULLETIN TECHNIQUE
DE LA SUISSE ROMANDE

Rédaction : H. Demierre et J. Peitrequin, ingénieurs.

Paraissant tous les 15 jours

ORGANE DE PUBLICATION DE LA COMMISSION CENTRALE POUR LA NAVIGATION DU RHIN

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

SOMMAIRE : *Observations sur la section verticale longitudinale d'une salle de théâtre au point de vue de l'acoustique*, par M. Scarlat Fotino, ingénieur à Bucarest. — *Concours d'idées pour la construction d'un marché couvert, à Vevey.* — Chronique : *Le nouveau règlement pour le plan d'extension de Lausanne.* — *Piste de patinage artificielle à Bâle.* — *Rabdomancie.* — *Calcul des ouvrages d'évacuation en fonction du ruissellement dans l'assainissement urbain.* — Sociétés : *Société suisse des ingénieurs et des architectes : procès-verbal de l'assemblée des délégués du 10 juin 1933* (suite et fin). — Bibliographie. — Carnet des concours.

Observations sur la section verticale longitudinale d'une salle de théâtre du point de vue de l'acoustique,

par M. Scarlat FOTINO, ingénieur à Bucarest [1].

Un son continu et uniforme émis dans une salle est absorbé en partie par les parois de la salle, par les objets et les auditeurs et le reste est réfléchi ou diffusé. Les ondes réfléchies ou diffusées sont à leur tour réfléchies ou diffusées de telle sorte, qu'à un moment donné, un point quelconque de la salle reçoit trois sortes de sons :

1. Le son primaire qui vient directement de la source ;
2. Les sons réfléchis régulièrement ou les échos ;
3. La superposition de toutes les ondes diffusées.

Pour une salle destinée aux conférences où le son est de courte durée, il est indispensable que les auditeurs n'entendent pas d'échos. Les ondes réfléchies donnent au son primaire une prolongation de durée dont l'intensité tend vers zéro avec un amortissement qui dépend de la salle et de la position de la source et de l'auditoire. Cette prolongation de durée se nomme réverbération. Les ondes diffusées renforcent les sons primaires et les estompent, mais si la réverbération ne cesse pas assez rapidement elle empiète sur le son suivant, qui ne s'entend plus bien.

L'auteur connu de la salle de concerts Pleyel à Paris, M. Lyon, a établi, après divers essais, que si la différence entre une onde sonore réfléchie et l'onde primaire n'est pas supérieure à 22 m, le son est amplifié et par conséquent l'audition est meilleure. Prenant cette règle pour base, M. Lyon a réalisé pour le plafond un profil curviligne composé de plusieurs courbes raccordées entre elles, de telle sorte que chaque catégorie de places reçoive un paquet d'ondes réfléchies, proportionnel à la distance de la source à chaque catégorie de places. Le mur du fond, situé en arrière de la source sonore n'est pas un plan vertical ; haut de 7 m il s'incurve de telle sorte qu'après avoir réfléchi les ondes vers le parterre et les fauteuils d'orchestre, il se raccorde à un deuxième plafond qui réfléchit les ondes vers la première galerie, etc... de telle sorte que toutes les ondes réfléchies par le plofond tombent sur un groupe d'auditeurs et seulement sur celui-là, à un moment tel que les ondes réfléchies semblent se confondre avec les ondes directes.

Sur le profil du plafond nous avons à faire les observations suivantes : le profil Lyon convient seulement à une salle de concert, c'est-à-dire quand la source sonore a une position fixe. Le mur du fond de la scène est de surface cylindrique et a pour but d'envoyer un paquet d'ondes vers le parterre.

Si la salle devait servir comme opéra ou théâtre, on ne pourrait plus avoir un mur de surface cylindrique mais une paroi plane verticale des décors dont la position est variable.

Le parterre ne recevrait plus, dans ce cas, les ondes réfléchies qui seront envoyées alors vers les parties supérieures de la salle et par conséquent la qualité acoustique de ces places serait diminuée.

Considérons une salle dont la section longitudinale serait représentée schématiquement par un rectangle *OABC* (fig. 1) et fixons la source en *O*. A part l'onde directe, l'auditeur *C* recevra également une onde réfléchie *OGC* [1].

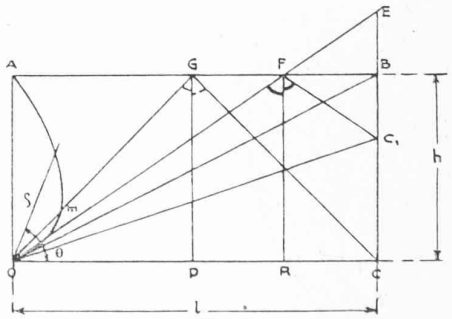

Fig. 1.

[1] Cette intéressante étude est empruntée au *Bulletin de mathématiques et de physique de l'Ecole polytechnique « Roi Carol II »*, à Bucarest. *(Réd.)*

[1] Dans ce qui suit nous avons fait l'application de la loi que l'onde sonore incidente fait avec la normale à la surface de réfléchissement, un angle égal à celui de l'onde réfléchie. Le point *G* se trouve au milieu de la longueur de la salle.

Quelle doit être la hauteur h de la salle pour que l'onde réfléchie ne soit pas plus retardée que la limite admise? Ecrivons donc que :

$$\overline{OGC} - \overline{OC} \leqq 22 \text{ m}$$

ou

$$2\,\frac{h}{\sin\Theta} - l \leqq 22$$

ou

$$h \leqq \frac{l + 22}{2} \sin\Theta.$$

A la limite quand le point C se confond avec O, Θ étant 90° et $l = 0$

$$h = 11 \text{ m}.$$

Pour que l'auditeur qui se trouve près du point O, ne soit pas gêné par la résonance due au plafond, il ne faut pas que la salle ait en ce point une hauteur supérieure à 11 m.

L'expression de la différence des trajets de l'onde sonore, en coordonnées polaires est :

$$\rho = 2h\left(\frac{1}{\sin\Theta} - \operatorname{cotg}\Theta\right) = 2h\,\frac{1 - \cos\Theta}{\sin\Theta}.$$

Considérons la courbe : $\rho = h\,\dfrac{1 - \cos\Theta}{\sin\Theta}$ (I) c'est-à-dire la courbe dans laquelle les rayons polaires sont seulement de moitié, ceci afin qu'à la limite pour $\Theta = 90°$, ρ soit la hauteur même de la salle. Pour les valeurs de Θ comprises entre O et 90° la variation de la courbe est celle de la fig. 1 (OmA).

Pour

$$\Theta = 0 \;\ldots\; \rho = 0$$
$$\Theta = 90° \;\ldots\; \rho = h.$$

Pour un auditeur qui se déplacerait de O en C, la variation de ρ est représentée par la courbe Am. Quand Θ décroît de la valeur $\Theta = \widehat{GOC}$ jusqu'à O, la loi de variation de ρ change puisque l'onde réfléchie n'est plus reçue en C mais en C_1 (par exemple du balcon).

La valeur de ρ est alors :

$$\rho = OF + FC_1 - OC_1 = OE - OC_1$$

car le triangle FBE = tr. FBC_1.

Pour les valeurs de Θ de $\widehat{GOC}$ à zéro, la variation de ρ ne suit plus la relation (I). On voit donc, d'après la figure, que pour ces valeurs de Θ, l'onde réfléchie OFC_1 ou OE décroît et l'onde directe OC_1 croît. Leur différence sera nulle quand Θ sera égal à $\widehat{BOC}$ c'est-à-dire quand l'onde sonore sera la diagonale même du rectangle $OABC$.

Pour un auditeur qui se déplacerait suivant la verticale CB de C en B, ρ décroît de Om à zéro. On voit donc que, lorsque de la première relation pour $\Theta = \Theta_1 - \widehat{BOC}$ la valeur de ρ est $\rho_1 = h\,\dfrac{1 - \cos\Theta_1}{\sin\Theta_1}$, elle devient maintenant $\rho = 0$.

La courbe OmA se compose donc de deux courbes différentes Om et mA et au lieu d'être tangente en O à la droite OC, elle est tangente à la diagonale OB.

Pour une grande salle, la hauteur h = 11 m est insuffisante. Elle doit donc être augmentée. Comment pouvons-nous réaliser cette augmentation sans empiéter sur l'acoustique?

Prenons sur la verticale OA, en haut, plusieurs points $A_1A_2 \ldots A_7$ à des distances égales de 1 mètre par exemple. Considérons les rectangles $OABC$, $OA_1B_1C_1$ ... $OA_7B_7C_7$ et les courbes respectives (variation de ρ) OmA, Om_1A_1 ... Om_7A_7 (fig. 2). Considérons la salle $OABC$ et OA_1B_1C.

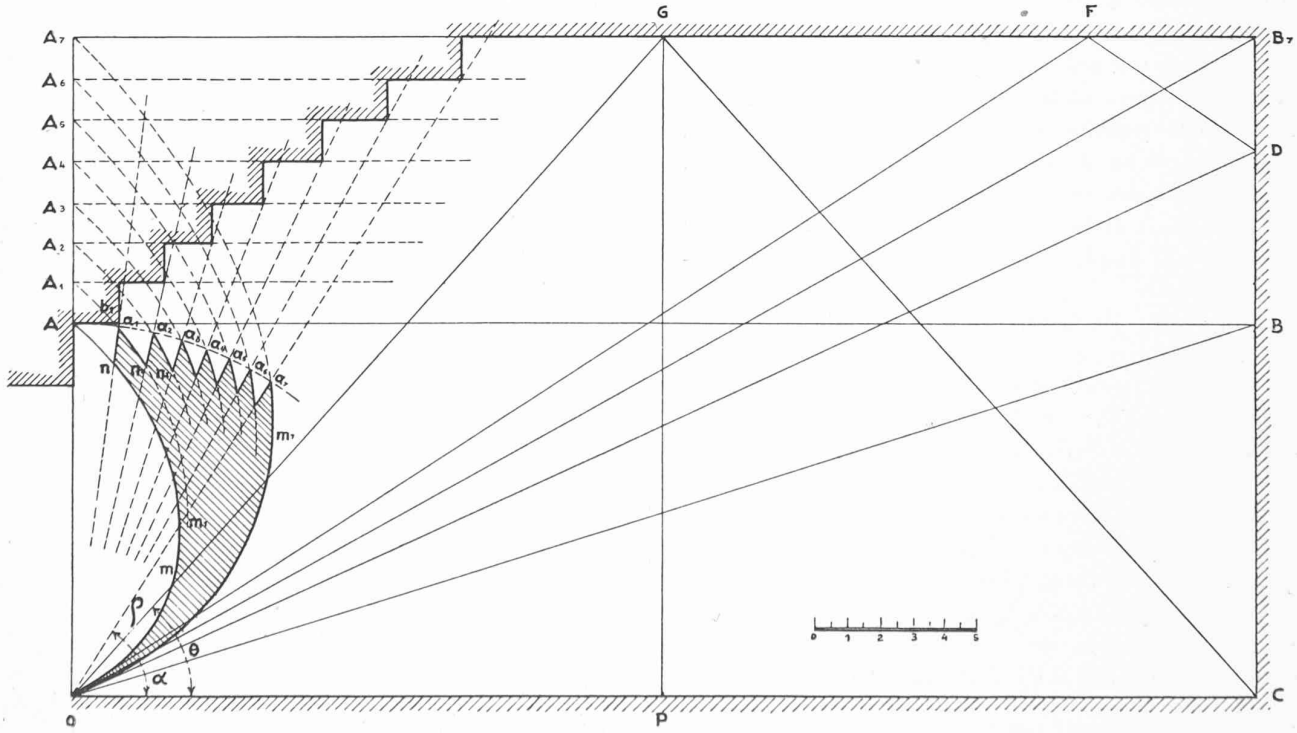

Fig. 2.

Si nous coupons la courbe Om_1A_1 par l'arc de cercle de rayon OA, nous obtenons un point d'intersection a_1. Pour la partie du plafond de A à b_1, ρ décroît de la valeur OA à On ; la courbe descend assez rapidement. Nous observons que la courbe peut être relevée, c'est-à-dire que nous pouvons augmenter la valeur acoustique, si du point b_1, vers la droite nous élevons le plafond d'un mètre.

Au point b_1, ρ croît de la valeur On à la valeur Oa_1. De cette façon, si nous répétons la construction pour tous les points $A \ldots A_7$, la variation de ρ est représentée au lieu de la courbe AmO, par une courbe dentelée $Ana_1n_1a_2n_2 \ldots O$. Le plafond est donc en gradins et peut recevoir une décoration adéquate, mais qui ne peut être en relief que sur les contreparties des marches.

Pour les ondes sonores voisines de la diagonale (OB_7) quelle que soit la forme du plafond, le décalage sonore tend vers zéro.

Ce diagramme n'est pas rigoureusement exact car en réalité la réverbération n'est pas seulement fonction de longueur et d'angle, mais également de température. En vérité on sait que dans l'air et dans les gaz en général, la vitesse du son croît avec la température ou diminue avec la densité.

Comme dans une salle la température varie suivant la hauteur, la vitesse du son n'est plus constante. Enfin la vitesse du son variant, il en résulte que son intensité varie également.

La surface hachurée représente l'amélioration acoustique.

Pour les angles $\Theta < \alpha$, le décalage sonore tombe sous le maximum admissible

$$2 \times Oa_7 = 22m.$$

Si la source sonore se déplace vers la gauche, la réverbération diminue. La position d'un chanteur pour laquelle la réverbération est maxima est dans l'avant-scène.

Nous donnons, figure 3, le schéma d'une salle de théâtre basé sur les considérations théoriques indiquées ci-dessus.

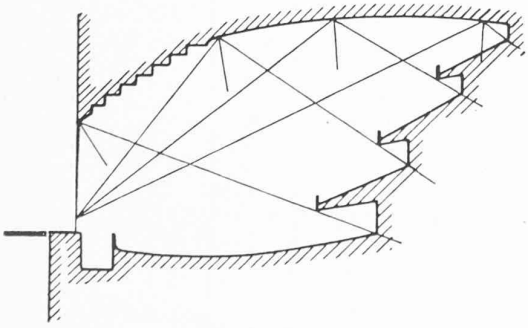

Fig. 3.

En ce qui concerne le plancher du parterre, la forme la plus rationnelle est celle basée sur le principe connu d'égale visibilité des spectateurs qui conduit à sa construction d'après une courbe d'équation en coordonnées polaires de la forme :

$$\gamma = e^{\alpha\Theta}$$

dans laquelle α dépend de la largeur des marches, de la surélévation des chaises au-dessus du parquet, de la hauteur moyenne entre le siège et l'œil du spectateur, de la distance entre les yeux et la partie supérieure de la tête, de la position de la scène.

Concours d'idées pour la construction d'un marché couvert, à Vevey.

Le programme prescrivait :

L'immeuble est destiné à recevoir

1. au rez-de-de-chaussée : un marché couvert fermé avec grandes entrées et, éventuellement, l'appartement du concierge ;
2. au 1er étage : des salles d'exposition et de vente ;
3. aux autres étages : des appartements avec confort moderne ;
4. le sous-sol contiendra : chaufferie centrale pour tout l'immeuble, buanderie, étendage, caves des locataires. La surface restante sera répartie pour entrepôt de marchandises périssables et chambres froides du marché couvert.

Le Jury examinera avec intérêt toutes propositions réalisables d'utilisation du terrain en question pour le but à poursuivre, même si elles ne correspondent pas exactement aux prescriptions ci-dessus.

La valeur de l'immeuble, qui devra être rentable, ne dépassera pas 500 000 fr.

Comme il est à prévoir que le pâté de maisons situées à l'est du terrain disponible sera démoli un jour pour une construction moderne, les concurrents tiendront compte de cette éventualité et pourront présenter un plan général prévoyant la transformation de l'ensemble du quartier.

Extrait du rapport du Jury.

Le Jury nommé pour apprécier les projets présentés au concours d'idées ouvert par la Municipalité de Vevey pour la construction d'un marché couvert avec logements sur la propriété communale au lieu dit « Quartier du Torrent » s'est réuni le 5 août au Casino du Rivage, à 9 h. 30.

Les membres du Jury présents sont : MM. Gustave Chaudet, syndic de Vevey ; Jules Roy, chef du Service des Bâtiments ; Charles Brugger, architecte à Lausanne ; Ad. Paris, ingénieur, professeur à l'Ecole d'ingénieurs, à Lausanne.

M. W. Baumann, architecte à Lausanne, absent pour service militaire, est remplacé à cette séance par M. Edmond Virieux, architecte à Lausanne.

M. Jules Roy fonctionne comme secrétaire.

Il a été présenté 29 projets qui sont tous exposés dans la grande salle du Casino du Rivage.

Après la lecture du programme et des réponses envoyées à tous les concurrents sur les demandes faites par plusieurs architectes, il est décidé que, dans cette première séance, chaque membre du Jury examinera pour son propre compte tous les projets. Pendant cette matinée du 5 août, le Jury a examiné avec le plus grand soin tous les envois qui lui ont été soumis et a opéré un premier classement provisoire pour quelques-uns des projets. La séance est levée à 12 h. 30.

Reprise des opérations le jeudi 10 août à 14 h. 30. Tous les membres du Jury sont présents, y compris M. Edmond Virieux, suppléant.

A cette séance, le Jury a procédé à l'examen des projets par élimination.

Au premier tour ont été écartés 12 projets, au second 10, restent pour une dernière appréciation 7 projets.

La séance est levée à 17 h. 30.

Le Jury se réunit à nouveau le vendredi 11 août et revoit son travail des deux premières séances ; il maintient ses décisions précédentes.

Restent donc en présence : 7 projets.