

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 45 (1967)

Heft: 12

Artikel: L'utilisation de la nouvelle technique des réflecteurs acoustiques au grand studio de concerts de Radio Zurich

Autor: Werner, Paul-Henri / Bänziger, Henri

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-874916>

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: 13.01.2026

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

L'utilisation de la nouvelle technique des réflecteurs acoustiques au grand studio de concerts de Radio Zurich

Paul-Henri WERNER et Henri BÄNZIGER, Berne

534.843.26

Die Anwendung der neuen Technik der akustischen Reflektoren im grossen Konzertstudio von Radio Zürich

Zusammenfassung. Die akustische «Intimität» eines Saales, neuer Qualitätsbegriff in der Raumakustik, bedingt die Wahrnehmung der ersten Schallreflexion innerhalb eines beschränkten Zeitraumes. In grossen Sälen kann diese Bedingung die Anwendung von Reflektoren erfordern, deren Anordnung hier für das grosse Studio von Radio Zürich beschrieben ist.

Résumé. L'intimité acoustique, nouvelle notion de la qualité des salles, est liée à une perception de la première réflexion des sons dans un laps de temps ne dépassant pas certaines limites. Dans de grandes salles, cette condition peut nécessiter l'usage de réflecteurs dont la mise en place est étudiée ici pour le grand studio de Radio Zurich.

L'utilizzazione della nuova tecnica dei riflettori acustici del grande studio dei concerti di Radio Zurigo

Riassunto. L'intimità acustica d'una sala, nozione recente di qualità acustica, è legata alla percezione della prima riflessione dei suoni entro un tempo limitato. In sale grandi questa condizione può richiedere l'uso di riflettori. La loro applicazione nel grande studio di Zurigo vien descritta nell'articolo seguente.

1. Introduction

Jusqu'à la fin du siècle passé, l'appréciation des propriétés acoustiques des salles était entièrement subjective; elle devait néanmoins servir par la voie statistique à une classification des locaux ayant une esthétique acoustique plaisante. Les progrès de la physique ont permis graduellement de concrétiser les grandeurs qui régissent cette esthétique acoustique, dont tout d'abord le temps de réverbération* ou résonance de la salle, qui doit varier de quelques dixièmes de seconde à près de deux secondes, selon le volume de la salle et le genre de source sonore (parole ou musique), puis l'acoustique géométrique, qui doit répondre à certaines règles. Cette dernière fait usage de rayons sonores fictifs dont les lois de réflexion sont équivalentes à celles de l'optique, en tant que la surface réfléchissante est plus grande que la longueur d'onde en question. Elle permet de prévenir des focalisations nuisibles du champ acoustique par des surfaces concaves produisant une répartition hétérogène du niveau sonore dans la salle. Mais ce qui est encore plus important, elle permet de prendre des mesures pour éviter les échos francs ou un trop grand retard de la première réflexion sur le son direct, effets qui diminuent l'intelligibilité. Pour que ce retard ne provoque pas de confusion sonore approchant de l'écho, il faut qu'il ne dépasse pas 35 ms pour la parole et 45 ms pour la musique. Autrement dit, en tenant compte de la vitesse de propagation du son de 340 m/s, il faut que la différence de longueur des chemins parcourus par l'onde réfléchie et l'onde directe ne dépasse pas 12 m pour la parole et 15 m pour la musique. Cette condition est presque toujours automatiquement remplie dans les petites salles dont le plafond est bas. Mais elle ne l'est souvent pas lorsqu'il est plus haut que 8 à 10 mètres, particuliè-

rement pour les premiers rangs du public et les membres de l'orchestre. Ces derniers éprouvent alors des difficultés à jouer en mesure et le manque de contact entre eux et le chef d'orchestre a les conséquences que l'on imagine.

Depuis quelques années intervient encore la notion d'intimité ou de «présence» étudiée par L. Beranek, acousticien américain de réputation mondiale. Au moyen d'une comparaison des caractéristiques physiques mesurées et de l'appréciation de personnes éminentes de 50 salles du monde entier, il a relevé qu'à temps de réverbération égal, des salles sont jugées subjectivement plus ou moins favorablement suivant le retard de la première réflexion sur le son direct. Il estime que celui-ci ne devrait pas excéder 23 ms pour assurer une bonne intimité. Une telle condition ne peut être remplie par la réflexion du plafond d'une grande salle dont la hauteur est conditionnée par le volume absolument nécessaire de 6 à 8 m³ par auditeur pour que le temps de réverbération soit adéquat.

Cette constatation a fait naître l'idée d'utiliser des réflecteurs acoustiques suspendus au plafond. Leurs dimensions déterminent alors la longueur d'onde maximale pouvant être réfléchie, autrement dit la limite de fréquence inférieure. Pour que celle-ci soit de l'ordre de 150 Hz ($\lambda = 2,3$ m), il faut donc que les réflecteurs aient des dimensions de l'ordre de 2 à 3 m. De telles dimensions ne permettent pas une mise en place par tâtonnements, de sorte qu'il faut avoir recours à une étude sur maquette.

Nous avons pu bénéficier d'une expérience récente faite à la grande salle de la Maison des Congrès à Bienne par les professeurs L. Cremer de l'Université de Berlin et W. Furrer de l'Ecole polytechnique de Zurich pour étudier une solution d'amélioration du grand studio de Zurich construit avant la dernière guerre et auquel on reproche un manque de présence nuisant à l'orchestre, au contact avec son chef et à la prise de son. C'est finalement à l'instigation des régisseurs que nous avons pris l'initiative de munir cette salle de réflecteurs du même type que ceux utilisés à Bienne.

* Le temps de réverbération est celui qui s'écoule dès l'interruption d'une source acoustique jusqu'à ce que le niveau sonore se soit affaibli de 60 dB.

Afin de déterminer le nombre et la position judicieuse de ceux-ci, on a fait usage des deux méthodes suivantes sur une maquette au 1:10, réalisée très fidèlement par la menuiserie de notre entreprise.

2. Les essais optiques

La première question qui se posait était celle du nombre des réflecteurs nécessaires pour obtenir un contact acoustique entre tous les points du podium sans toutefois constituer un volume séparé au-dessus, couplé à celui de la salle. Or, comme nous l'avons vu plus haut, si l'on ne considère pas la longueur d'onde, le contact acoustique équivaut au contact optique, c'est-à-dire qu'en rendant la surface des panneaux réfléchissante de la lumière, on peut aisément étudier le champ couvert par chacun d'eux pour une position donnée de la source lumineuse. Les maquettes des réflecteurs, réalisées en bois, ont donc été recouvertes d'une feuille d'aluminium très mince.

La source lumineuse, spécialement construite, est un tube de 40 cm de long et 8 cm de diamètre contenant une ampoule de 50 watts et trois lentilles achromates assurant une bonne focalisation. A 3 mètres de distance, le diamètre du spot est de 6 cm. Comme cette source lumineuse est encombrante et donc difficile à diriger, le faisceau lumineux est renvoyé sur le réflecteur par un miroir orientable (*fig. 1*).

En plaçant le miroir en différents endroits du podium et en variant le nombre et la position des réflecteurs, on est parvenu à déterminer que leur nombre devait se monter à cinq. Leur position et leur inclinaison ont en outre été bien déterminées tout en tenant compte de l'effet esthétique. La

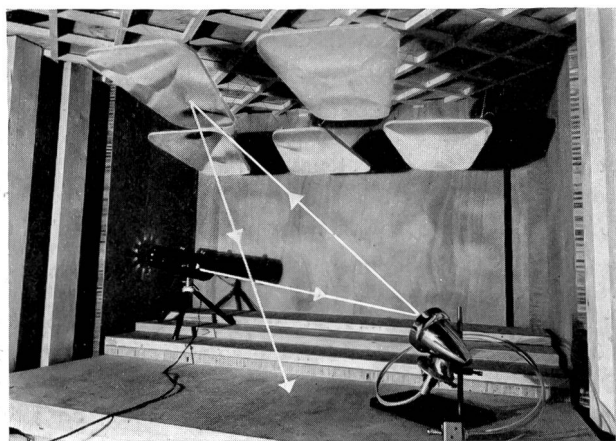


Fig. 1
Maquette au 1:10 du grand studio de Zurich. Le rayon émis par la source lumineuse est réfléchi par la surface métallisée du réflecteur. L'orientation du miroir intermédiaire permet de déterminer la zone couverte par le réflecteur pour cet emplacement de la source

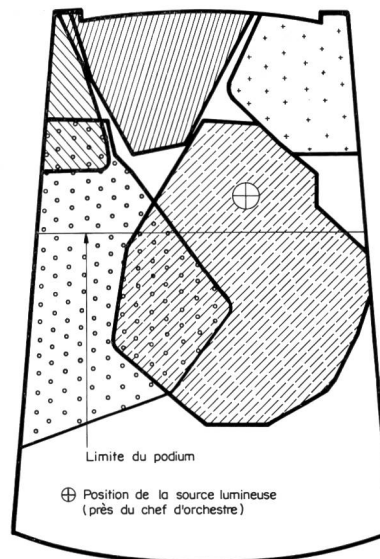


Fig. 2

Les zones dessinées ici sur le plan du studio sont celles qui sont couvertes par les 5 réflecteurs pour une des positions de la source lumineuse

figure 2 représente le champ couvert par chaque réflecteur pour une des positions de la source lumineuse. Dans ce cas, la couverture au fond de la salle n'est pas assurée. Elle n'a toutefois pas été recherchée afin de ne pas compromettre celle du podium et de l'emplacement du chef d'orchestre et des microphones, puisqu'il s'agit d'un studio de radiodiffusion et non d'une salle de concerts.

3. Essais acoustiques

Pour vérifier l'efficacité des réflecteurs lorsque la source lumineuse est remplacée par une source sonore, on a émis des trains d'ondes de 2 périodes de 8 kHz (correspondant à 800 Hz en vraie grandeur) au moyen d'un haut-parleur disposé sur le podium. Ces impulsions choisies très courtes à cause des faibles temps de propagation dans la maquette étaient captées par un microphone de mesure à condensateur qu'on plaçait en différents endroits et dont le signal était observé à l'oscilloscope. En répétant le même processus sans les réflecteurs, on met en évidence la variation du niveau et du retard de la première réflexion. La *figure 3* représente un des oscillogrammes avec une base de temps de 1 ms/cm; on voit que le retard de la réflexion sur le plafond est de 4,5 ms et sur le réflecteur de 3 ms. D'autre part, l'amplitude de l'impulsion réfléchie par le réflecteur est beaucoup plus élevée que celle du plafond; il faut cependant tenir compte du fait que celui-ci est partiellement masqué par les réflecteurs.

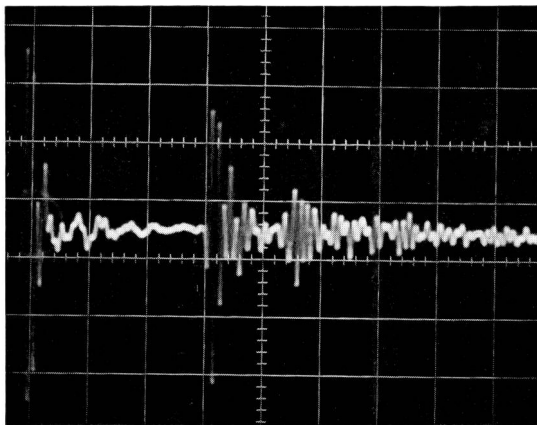


Fig. 3

Oscillogramme de l'impulsion sonore directe émise dans la maquette avec la réflexion, en premier lieu par un réflecteur, puis par le plafond du studio. Base de temps: 1 ms par cm

4. Montage et réglage des réflecteurs dans la salle

En vraie grandeur, les réflecteurs en forme trapézoïdale ont une longueur de 3,5 m; la grande base a 3,2 m et la petite 1,8 m. Ils sont en fibres de verre agglomérées avec une résine synthétique et pèsent environ 80 kg. Pour éviter une forte réflexion des sons très aigus indésirables tels que le frottement des archets sur les violons, ils sont recouverts d'un tissu grossier collé seulement dans les bords. Leur mise en place est effectuée d'après les coordonnées relevées sur la maquette et le réglage fin s'opère d'abord optiquement selon la méthode décrite en plaçant quatre petits miroirs sur les bords de chaque réflecteur. Une source sonore très directive permet un contrôle acoustique de ce réglage à l'aide de bruit blanc filtré par octaves. La *figure 4* représente le «Canon» acoustique et optique construit à cet effet; le haut-parleur à pavillon exponentiel monté à l'extrémité du tube optique est au foyer d'un miroir parabolique. On obtient ainsi une forte directivité de la source sonore variant entre 40° à 1000 Hz et 20° à 8000 Hz.

5. Appréciation subjective de l'efficacité des réflecteurs et conclusion

C'est ici aux musiciens de s'exprimer, car comme il a été dit au début, la technique ne peut que chercher à réaliser des conditions acoustiques que l'expérience a jugées favorables. Nous récapitulons à cet effet les déclarations de M. E. Schmid, chef de l'Orchestre radiophonique de la Suisse alémanique:

«Au cours des répétitions et des deux premiers concerts publics donnés dans notre studio depuis la pose des réflecteurs acoustiques, nous avons obtenu une amélioration que je ne pensais pas possible. Celle-ci se fait sentir à tous

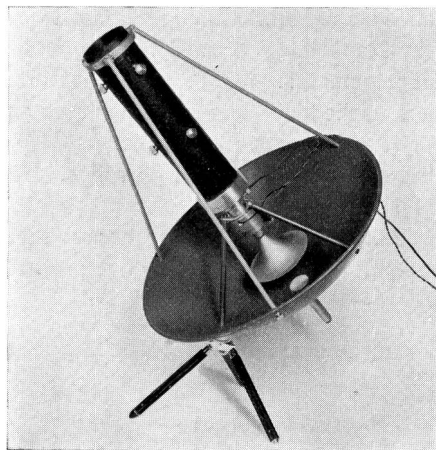


Fig. 4

«Canon» optique et acoustique servant au réglage des réflecteurs en vraie grandeur. Le faisceau sonore étroit est obtenu avec le haut-parleur placé au foyer du miroir parabolique

points de vue; pour moi comme dirigeant, les conditions de contrôle sont améliorées, particulièrement en ce qui concerne les bois que j'entends beaucoup plus distinctement. Le contact auditif avec les différents groupes d'instruments est maintenant également bien meilleur. Ce qui frappe encore spécialement est le nouveau timbre plus compact et plus doux de l'orchestre. Ces impressions se révèlent également dans les prises de son enregistrées que j'ai écoutées.»

Ajoutons encore que les conditions de prise de son ont été facilitées au point que le régisseur a maintenant pu restreindre le groupe des microphones.



Fig. 5

Le grand studio de Zurich équipé de 5 réflecteurs ayant chacun une surface de 9 m²

Une tentative d'amélioration de la «présence» acoustique est maintenant en voie d'exécution au grand studio de Genève. Là également, le plafond a une hauteur de 10 m, de sorte que la nouvelle technique des réflecteurs acoustiques doit apporter une amélioration sensible.

Sur le plan esthétique, l'apport de réflecteurs peut être un enrichissement (*fig. 5*), surtout si, comme dans le cas de la grande salle de la Maison des Congrès de Bienne, un éclairage adéquat des réflecteurs par des projecteurs puis-

sants les rend attractifs tout en fournissant un éclairage indirect complémentaire très agréable.

Nous pensons que des améliorations acoustiques de ce genre sont d'autant plus souhaitables que tous les dispositifs de prise de son, microphones, enregistreurs, amplificateurs et certains haut-parleurs sont maintenant pour ainsi dire parfaits et que seule l'étude de paramètres considérés jusqu'ici comme impondérables peut contribuer à satisfaire pleinement les auditeurs.

Hinweis auf eingegangene Bücher

Diefenbach W. W. Subminiatur-Sender für Hobby, Funksport und Fernsteuerung. = Deutsche Radio-Bücherei, Band 106. 9. neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Berlin, Jakob Schneider Verlag, 1967. 192 S., 177 Abb. und 17 Tabellen. Preis Fr. 15.85.

Im Rahmen der Freizeit und des Funksports beschäftigen sich immer mehr Leute jeglichen Alters mit der Sendetechnik. Sehr beliebt sind dabei kleine und kleinste Sender. Das vorliegende Büchlein bringt für diesen Personenkreis eine Auswahl neuester Konstruktionen. Von wenigen Ausnahmen abgesehen sind sie mit Transistoren bestückt. Als Beispiele seien genannt: ein Telephonie-Taschensender für den 3,5-MHz-Bereich mit drei Transistoren und ein FM-Transistorsender für 28,3 MHz mit transistorisiertem Konverter, der den Empfang mit einem normalen Heim- oder Kofferradio erlaubt. Dieses Praktikerbuch erfüllt die zahlreichen Wünsche der Funkfreunde, die mit geringem Aufwand eine drahtlose Verbindung aufbauen möchten. Beigefügt sei, dass auch für solche Anlagen eine Konzession erforderlich ist. R.

Diefenbach W. W. Miniatur-Empfänger für Reise und Funksport. = Deutsche Radio-Bücherei, Band 108. 5. verbesserte und erweiterte Auflage. Berlin, Jakob Schneider Verlag, 1967. 160 S., 152 Abb. und 20 Tabellen. Preis Fr. 14.75.

Der Bau von Miniaturempfängern erfreut sich bei Radiobastlern grosser Beliebtheit, gelingt es doch, mit verhältnismässig einfachen Mitteln leistungsfähige Empfänger

zu bauen, die man bequem mit sich führen kann. Die Neuausgabe dieses Bandes ist vor allem hinsichtlich der Transistorisierung modernisiert worden. Neu aufgenommen wurde u. a. das umfangreiche Kapitel über Transistor - Miniaturempfänger - Bausteine mit Bauvorschlägen für Geradeausempfänger und Superhets. Es enthält auch Bausteinformen für verschiedene NF-Verstärker und macht in leicht verständlicher Sprache und Darstellung das Bauen und Experimentieren mit Miniaturempfängern in Transistortechnik zugänglich. R.

Diefenbach W. W. Telekosmos-Taschenbuch Unterhaltungselektronik. 2., neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Stuttgart, Franckh'sche Verlagshandlung, 1967. 224 S., 116 Abb., Preis Fr. 11.65.

Dieses Taschenbuch ist bestimmt für die in Handel, Handwerk und Industrie auf dem Radio-Fernseh-Sektor Tätigen. Es vermittelt in gedrängter, gut geordneter und übersichtlicher Form wichtige Arbeitsunterlagen, die man sich sonst vielleicht erst mühsam zusammensuchen müsste. Zu Beginn werden die Schaltzeichen, wichtigsten Formeln und Masseinheiten in Erinnerung gerufen. Dann folgen Angaben über Röhren und Halbleiter, über Elektronik (von der Regeltechnik bis zu den Zähschaltungen), Fernsehen (allerdings ohne Farbfernsehen) und Radio. Der Abschnitt über Elektroakustik behandelt u. a. Mikrophone, Verstärker und Lautsprecher, Raum- und Bauakustik sowie Stereophonie. Im Kapitel über Einzel- und Gemeinschaftsantennen findet der Leser zahlreiche kon-

struktive Hinweise, und für die tägliche Arbeit nützlich erweisen sich auch die zahlreichen Tabellen zur Frequenzverteilung und über die europäischen L-, M-, UKW- und Fernsehsender. Ein Bezugsquellen-Nachweis (deutscher Firmen) und wichtige Anschriften von Verbänden, Instituten, Sendeanstalten sowie ein 4seitiges Literaturverzeichnis und ein Sachregister bilden den Abschluss dieses Taschenbuches. Es ist mit einem widerstandsfähigen Plastikeinband versehen und zeichnet sich durch eine einwandfreie Gestaltung aus. Chr. Kobelt

Sutaner H. Wie arbeite ich mit dem Elektronenstrahl-Oszillographen? = Radio-Praktiker-Bücherei. Band 99, 4. Auflage. München, Franzis-Verlag, 1967. 64 S., 87 Abb. Preis Fr. 3.—.

Auf dem Markt werden heute sehr preiswerte Oszillographen angeboten, sogar in Baukastenform zum Selbstbau. Damit wird dem Service-Techniker eine Messmöglichkeit zugänglich, deren Vielseitigkeit unübertroffen ist und die in der Regel die Reparaturzeit ganz erheblich abkürzt. Das Gewusst-Wie im Umgang mit diesem «Zauberspiegel» wird in diesem Buch verständlich beschrieben. Nach einer einführenden Erläuterung der technischen Daten folgt der wichtige Abschnitt «Welchen Elektronenstrahl-Oszillographen soll man wählen?» Hierauf folgen 14 Abschnitte, in denen Inbetriebnahme und Eichung sowie die wichtigsten Messungen erklärt sind. Unter anderem werden auch HiFi-Freunden und Kurzwellenamateuren Anwendungsmöglichkeiten des Oszillators erläutert. R.