



HAL
open science

UNE SALLE DE CONCERT TRANSFORMABLE PAR VARIATION DU VOLUME EN OPÉRA : LA SALLE BERLIOZ DU CORUM DE MONTPELLIER

N. Auletta, D. Commins, C. Leneutre

► **To cite this version:**

N. Auletta, D. Commins, C. Leneutre. UNE SALLE DE CONCERT TRANSFORMABLE PAR VARIATION DU VOLUME EN OPÉRA : LA SALLE BERLIOZ DU CORUM DE MONTPELLIER. Journal de Physique IV Proceedings, 1992, 02 (C1), pp.C1-159-C1-162. 10.1051/jp4:1992131 . jpa-00251202

HAL Id: jpa-00251202

<https://hal.science/jpa-00251202v1>

Submitted on 4 Feb 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UNE SALLE DE CONCERT TRANSFORMABLE PAR VARIATION DU VOLUME EN OPÉRA : LA SALLE BERLIOZ DU CORUM DE MONTPELLIER

N. AULETTA, D.E. COMMINS et C. LENEUTRE*

33 rue des Petits-Ruisseaux, BP. 81, F-91371 Verrières le Buisson cedex, France

*Château Descas, 3 bis quai de Paludate, F-33000 Bordeaux, France

UNE SALLE DE CONCERT TRANSFORMABLE PAR VARIATION DU VOLUME EN OPÉRA : LA SALLE BERLIOZ DU CORUM DE MONTPELLIER

RESUME :

Les très grandes salles ne peuvent être véritablement polyvalentes que si, pour chacun des usages auxquels elles sont destinées, les valeurs appropriées des paramètres critiques sont respectées: les plus importants sont le volume, la clarté et l'efficacité latérale. La salle Berlioz, située au Centre de Congrès "le Corum" de la Ville de Montpellier, est une salle dont le volume varie par une translation verticale du plafond, qui permet d'exclure un niveau de loges pour l'opéra. Ces transformations morphologiques permettent de respecter les contraintes acoustiques dans deux cas :

- Salle de concert de 2000 places (volume 19 800 m³, durée de réverbération : 2 s à 500 Hz),
- Opéra de 1815 places (volume 13 600 m³, durée de réverbération : 1,5 s à 500 Hz).

A partir d'esquisses architecturales qui excluaient toute polyvalence, il a fallu mener des études rigoureuses pour démontrer la nécessité de faire varier la volumétrie et pour mettre au point les dimensions et les formes : plusieurs types d'études ont été menées:

1°) L'analyse des plans selon la théorie statistique du champ diffus et celle de l'acoustique géométrique, a permis de transmettre aux architectes les contraintes acoustiques majeures du projet (volume, formes et traitements des surfaces de la salle, etc.).

2°) Une fois conçue dans son architecture globale, les variations morphologiques ont été validées par des mesures du champ sonore (échogrammes, définition, clarté (80 ms), durée de réverbération, etc.) sur une maquette au 1/16e, selon la technique de la spectrométrie à filtrage décalé.

Une fois la salle construite, des essais "in situ" ont été exécutés en utilisant dans la salle en vraie grandeur les techniques déjà utilisées pour la maquette. Les résultats montrent que les objectifs ont été atteints à condition que la configuration choisie pour la salle corresponde au type de spectacle qui s'y déroule. En plus de concerts et d'opéra, il est possible de tenir des congrès dans de très bonnes conditions lorsque le volume est réduit.

A CONCERT HALL WHICH TRANSFORMS INTO AN OPERA HOUSE THROUGH A VOLUME CHANGE : BERLIOZ HALL IN MONTPELLIER

ABSTRACT :

Very large halls can not be truly multi-purpose unless, for each of their uses, the appropriate values of all critical parameters are met: the most important are volume, clarity and lateral efficiency. The volume of Berlioz Hall, which is part of the "Corum" cultural complex in Montpellier, can be modified by a vertical translation of the ceiling, thus excluding two levels of boxes. These morphological transformations make the hall acoustically compatible with two main uses:

- Symphony hall of 2000 seats (volume: 19 800 m³, reverberation time: 2 s à 500 Hz),
- Opera House of 1815 seats (volume: 13 600 m³, reverberation time: 1,5 s à 500 Hz).

Starting from architectural sketches which excluded any flexibility, rigorous investigations have been conducted to demonstrate the need for a variable volume and to define dimensions and shapes. Several techniques have been used :

1) An analysis of drawings on the basis of the statistical analysis of diffused fields and on the basis of acoustical geometry has led to the definition of the major parameters: volume, shape, materials, etc.

2) Once the overall architecture had been set, morphological changes have been validated by acoustic tests on a 1/16 scale model using time-delay spectrometry (impulse response, intelligibility, clarity, reverberation time, etc.).

After completion of the hall, on site measurements have been performed, with the same technique. They have shown that the design goals had been reached. This has been widely confirmed by musicians and spectators alike. In addition to concerts and operas, congresses can take place in the hall under good conditions in the "opera" configuration.

1. INTRODUCTION

Les programmes architecturaux des salles prévoient très souvent des activités en principe incompatibles entre elles. Le cas de salles de petite capacité, c'est à dire de moins de 600 places est relativement aisé à résoudre. Les très grandes salles ne peuvent être véritablement polyvalentes que si, pour chacun des usages auxquelles elles sont destinées, les valeurs appropriées des paramètres critiques sont respectées. Les plus importants sont : le volume, la clarté et l'efficacité latérale.

Trois éléments permettent de moduler l'acoustique interne d'une salle :

- la morphologie générale et la forme des composants,
- l'habillage des parois, lorsque le volume optimum par spectateur est similaire (ex.: théâtre et conférence)
- le volume, si le volume optimum par spectateur diffère (ex.: concert et opéra).

Le programme de la salle Berlioz, située au Centre de Congrès "le Corum" de la Ville de Montpellier, donnait la priorité aux concerts symphoniques mais donnait une grande place à l'opéra et aux congrès. L'option a donc été prise de faire varier le volume par une translation verticale du plafond, qui permet d'exclure un niveau de loges pour l'opéra. Les congrès se déroulent dans de bonnes conditions dans cette dernière configuration.

2. LA CONCEPTION DE LA SALLE

2.1. Etude de la salle par la théorie de Sabine

La théorie de Sabine est un modèle qui se vérifie assez bien dans une salle de concert, par les objectifs conceptuels qu'elle propose :

- la densité d'énergie sonore doit être la plus homogène possible,
- la relation entre la longueur, la largeur, et la hauteur doit être inférieure à 2, quelle que soit la combinaison entre elles.
- la seule hypothèse de la théorie de Sabine qu'une salle de concert ne vérifie pas est la distribution uniforme des matériaux absorbants sur toutes les surfaces : dans une salle de concert, en effet, l'unique surface absorbante est celle occupée par le public (à savoir, le plancher ainsi qu'une partie variable des parois latérales).

Les dimensions moyennes de la salle Berlioz (configurée opéra) sont : longueur 31,9 m, largeur 28,5 m, hauteur 15 m. Dans cette configuration, le volume de salle (fosse comprise et scène exclue) est $V_{op} = 13\ 620\ m^3$; la durée de réverbération, aux fréquences moyennes (octaves centrées à 500 Hz et 1 kHz) est $T_{op} = 1,5\ s$.

Les dimensions de la salle ont été fixées en considérant le nombre de spectateurs (1815 en configuration opéra) ainsi que, pour les zones les plus éloignées de la scène, le fait que la densité sonore directe ajoutée aux réflexions premières ne soit pas inférieure à la densité d'énergie sonore réverbérée. Cette condition est liée à l'intelligibilité du livret.

Les dimensions requises par une salle d'opéra étant fixées, il fallait ensuite adapter le volume afin que l'on puisse, d'une part, accueillir 2000 personnes en concert et, d'autre part, obtenir une durée de réverbération de 2 s., pour les octaves centrées aux fréquences de 500 Hz et 1 kHz.

A partir de la théorie de Sabine et des contraintes fixées, l'augmentation de volume est donnée

$$1 + \frac{\Delta T}{T_{op}} = \left(1 + \frac{\Delta V}{V_{op}} \right) \left(1 + \frac{\Delta A}{A_{op}} \right)^{-1} \quad (1) \quad A_{op} = \text{aire d'absorption totale de la salle en configuration opéra.}$$

L'équation (1) permet de tirer la conclusion suivante : pour que corresponde à une augmentation du volume une augmentation de la durée de réverbération, il faut que : $\frac{\Delta A}{A_{op}} \ll 1 \Rightarrow \Delta V > \frac{\Delta T}{T_{op}} \times V_{op}$

Alors, les surfaces ajoutées doivent être réfléchissantes et diffusantes, dans la mesure du possible.

Les dimensions horizontales moyennes de la salle dans sa configuration concert sont identiques à celles de la configuration opéra : seule la hauteur est augmentée de 6 m environ. A cette augmentation du volume de la salle, il faut ajouter celle de la conque d'orchestre placée sur scène, d'approximativement $1\ 650\ m^3$ (configuration symphonique avec chœur) (Cf. Figures 1a et 1b).

Cette étude, à partir de la théorie de Sabine, de l'application des lois de la réflexion de la théorie géométrique et de la définition de critères a permis de fixer :

- le volume de la salle
- le positionnement des parois
- le type de traitement de ces parois : réfléchissantes, diffusantes et absorbantes.

Ainsi, à la fin de la phase d'étude détaillée du projet, la salle fut définie dans sa quasi-totalité en ce qui concerne l'acoustique, l'architecture et la scénographie.

2.2. Etude sur maquette de l'acoustique interne de la salle

Considérant l'importance de l'ouvrage et du fait qu'aucune étude théorique basée sur une approche linéaire ou statistique du champ sonore ne représente pas la réalité ondulatoire de celui-ci, une étude sur maquette au 1/16e a été réalisée.

La salle a été reproduite à partir de plans d'architectes, jusqu'aux détails de dimensions caractéristiques, à l'échelle 1, d'approximativement 0,5 m, sauf pour les inclinaisons des parois ou variations de niveaux pour lesquelles des dimensions jusqu'à 0,15m ont été prises en compte.

Le public a été représenté par une surface absorbante. Quant à son volume, lequel ajoute au champ sonore de la diffusion et de la diffraction en plus de l'absorption, il n'a pas été modélisé.

L'objet des essais sur maquette a donc été de vérifier l'acoustique interne de la salle pour les couples émission/réception afin de connaître :

- la réponse impulsionnelle (forme, possibilité d'échos)
- la distribution du champ sonore
- la balance énergétique entre l'énergie précoce et l'énergie réverbérée
- la clarté et la définition
- la vérification de la variation relative de la durée de réverbération en configuration concert et opéra due à la modification du volume de la salle.

Les mesures ont été faites par la technique de la spectrométrie à filtrage décalé, laquelle consiste à émettre un signal sinusoïdal glissant de courte durée, soit dans la conque (configuration concert), soit sur la scène ou dans la fosse (configuration opéra). La réponse acoustique de la salle a été mesurée pour l'octave de 8 kHz (500 Hz à l'échelle 1) à l'aide d'un microphone placé à 80 mm.

Les figures 2 et 3 montrent la réponse impulsionnelle de la salle dans les deux configurations.

2.3. MESURES DE RECEPTION - ACOUSTIQUE INTERNE

Les mesures réalisées après la construction du Carum pour caractériser l'acoustique interne de la salle Berlioz (salle vide) ont été de deux types :

- mesure de la réponse (concert et opéra) à un signal sinusoïdal glissant de courte durée (octave figurée 250 Hz).
- mesure classique de la durée de réverbération pour les octaves centrées entre 63 Hz et 8 kHz.

Les figures 4, 5 et 6 montrent les réponses de la salle dans les deux configurations.

3. CONCLUSIONS

Les plus importantes conclusions que l'on puisse tirer de cette réalisation sont :

- Les études ont permis d'aboutir à une salle dont l'acoustique interne répond aux objectifs fixés, c'est-à-dire dont les paramètres acoustiques varient selon la configuration choisie, ainsi que le montre notamment la figure 6 pour la durée de réverbération. Les musiciens et les mélomanes l'ont d'ailleurs largement confirmé.
- La durée de réverbération de la salle Berlioz est, pour les octaves moyennes et aiguës, plus courte que celle prévue. Nous constatons là un problème déjà connu : la marge d'erreur due à l'extrapolation des valeurs des coefficients d'absorption mesurés en laboratoire à l'implantation du même matériau in situ. Ce problème est particulièrement sensible en ce qui concerne les fauteuils, ceux-ci occupant une surface très importante et leur implantation dans la salle étant différente à celle adoptée en général lors des essais en laboratoire.
- Les paramètres liés à la durée de réverbération, tels que la définition et la clarté (80 ms) ont, dans la salle Berlioz en configuration concert et opéra, des valeurs positives. Dans nos études sur maquette, ces paramètres entre configuration concert et opéra présentaient des écarts plus importants.
- Les échogrammes pris dans la salle présentent les mêmes caractéristiques que ceux mesurés sur la maquette.

C'est au Professeur Cremer, qui a activement participé aux phases initiales du projet, que les auteurs doivent la confiance qu'ils ont développée envers ce concept. Ils lui en sont très reconnaissants.

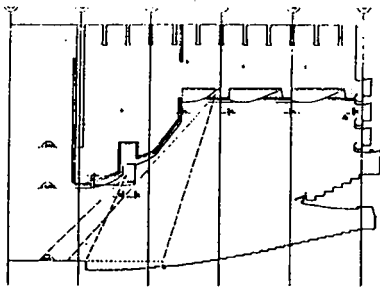


FIGURE 1a : Coupe longitudinale - Plafond position Opéra

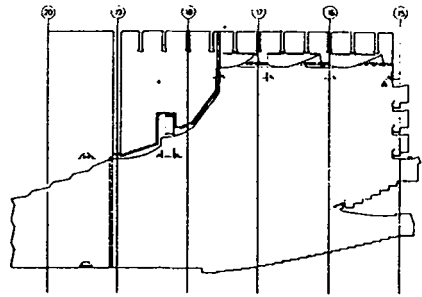


FIGURE 1b : Coupe longitudinale - Plafond position Concert

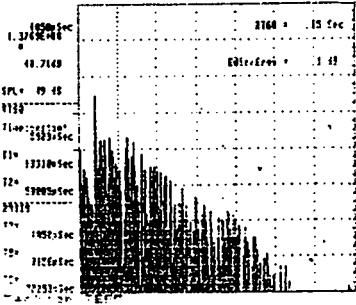


FIGURE 2 : Réponse impulsionnelle - Configuration Concert (Maquette)

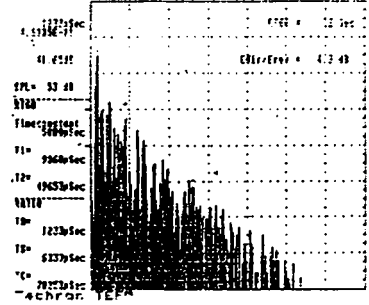


FIGURE 3 : Réponse impulsionnelle - Configuration Opéra (Maquette)

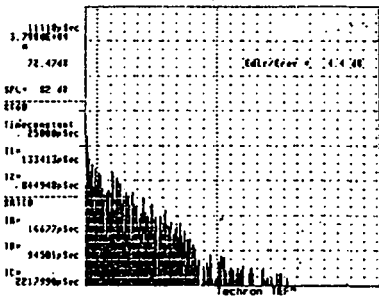


FIGURE 4 : Réponse de la salle réelle - en configuration Concert

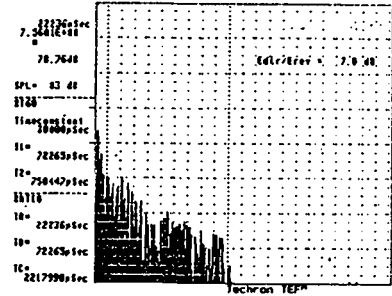


FIGURE 5 : Réponse de la salle réelle - en configuration Opéra

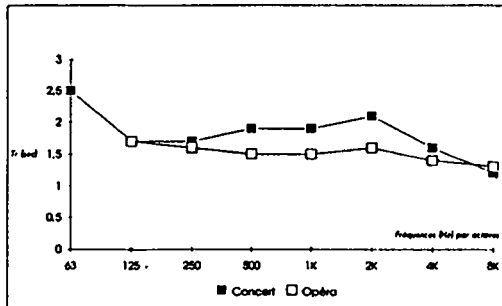


FIGURE 7 : Durée de réverbération de la salle Berlioz en configuration Concert et Opéra