

**CFA '18 LE HAVRE ■ 23-27 avril 2018**  
**14<sup>ème</sup> Congrès Français d'Acoustique**



**Quelques aspects des salles multi-usage**

M. Asselineau<sup>a</sup> et A. Gaulupeau<sup>b</sup>

<sup>a</sup>PEUTZ, 10 rue des Messageries, 75010 Paris, France

<sup>b</sup>SOCOTEC, Les Quadrants- 3 avenue du centre - Guyancourt, 78182 Saint Quentin En Yvelines Cedex,  
France

m.asselineau@peutz.fr

Salle de concert, salle de théâtre, ou salle polyvalente bonne à tout et propre à rien ? Le choix est complexe pour un maître d'ouvrage car il nécessite de prendre en compte plusieurs configurations de salle avec, par exemple, une intelligibilité et un enveloppement plus ou moins important selon le type d'usage visé. Pendant longtemps, ce multi-usage a nécessité des dispositifs d'acoustique variable permettant de jouer sur la géométrie interne de la salle en vue de lui conférer des propriétés d'acoustique interne adaptées à l'usage visé. Un des plus beaux exemples de cette approche est L'Espace de Projection de l'IRCAM. Aujourd'hui, les progrès réalisés en électro-acoustique et en traitement du signal ont graduellement permis de s'affranchir des dispositifs mécaniques. Encore faut-il que le ressenti visuel soit en adéquation avec le ressenti acoustique ! Parallèlement, les possibilités offertes par les salles multi-usages ont souvent conduit à une hausse des niveaux sonores en salle. Jusqu'en 1998 il n'existait pas de réglementation spécifique sur les lieux diffusant de la musique amplifiée. L'expérience acquise avec le décret de 1998 a permis de publier un nouveau texte réglementaire sur le sujet. Quelles sont les implications de ces changements ? Le présent article se propose d'en expliciter les principales conséquences.

## 1 Introduction

Les acteurs et usagers de chaque type d'activité rêvent tous d'une salle qui soit réellement dédiée à cette activité. Toutefois, diverses raisons militent bien souvent pour l'intégration de plusieurs activités au sein d'un même bâtiment voire d'une même salle : tout d'abord la salle, quelle qu'elle soit, nécessite un ensemble d'annexes et d'équipements (stationnements, espaces d'accueil, circulations, sanitaires et locaux techniques ainsi que de stockage pour n'en citer que quelques-uns). Ensuite, l'emprise au sol mais aussi en hauteur que nécessiteraient la coexistence de nombreux espaces – et leurs issues de secours – n'est pas toujours compatible avec les réserves foncières disponibles. Dernier point, plus il y a de locaux et plus l'investissement est élevé, et pas nécessairement compatible avec les budgets.

Bien souvent, le problème a été abordé en le simplifiant : si le maître d'ouvrage croit déceler une dominante d'utilisation, il cherche bien souvent à définir une salle dédiée à cette utilisation, mais permettant toutefois, moyennant quelques petites adaptations, son utilisation à d'autres types d'activités [1].

Des moyens mécaniques ont été utilisés, consistant en dispositifs mobiles en plafond et parois, voire même en plancher. Toutefois, de tels dispositifs nécessitent la présence d'un personnel à même de le faire fonctionner et bien souvent aussi de procéder à son entretien. Enfin, ils posent dès la conception du bâtiment des problèmes de sécurité, en particulier incendie. Un exemple d'une telle salle est L'Espace de Projection de l'IRCAM [2].

Plus récemment, des dispositifs électro-acoustiques ont été mis en œuvre [3]. Ils permettent de faire varier la durée de réverbération apparente de l'espace où ils sont installés. Mais ils font souvent l'objet de critiques, souvent mal fondées, quant à leur adéquation. De tels dispositifs ont permis de s'affranchir des dispositifs mécaniques qui sont souvent voraces en personnel. Mais ils ont aussi souvent permis d'augmenter la valeur des niveaux sonores en salle (et indirectement dans l'environnement). Dans ces conditions, les salles tombent nécessairement sous le coup des textes réglementaires sur les lieux diffusant à titre habituel de la musique amplifiée. A ce titre, la réglementation s'y intéresse, avec le décret du 15 décembre 1998 puis le Code de l'environnement [3, 4].

Après un bref exposé de la situation, le présent papier se propose d'examiner succinctement la situation actuelle en la matière

## 2 Quelques contraintes

Diverses contraintes sont inhérentes aux types d'activités devant être réalisées dans les salles. Ces contraintes, si elles n'ont rien d'acoustique au premier abord, peuvent néanmoins rapidement s'avérer dimensionnantes et doivent donc être prises en compte assez rapidement dans le cadre d'un projet de construction ou rénovation.

### 2.1 Acoustique

Pour résumer succinctement les demandes, il y a deux grandes familles d'utilisation classiques :

- Les salles à usage de parole (conférence, théâtre, cinéma) dans lesquelles l'intelligibilité de la parole est primordiale et les niveaux de pression acoustique souvent relativement limités (jusqu'à 85 dB(A) pour de la parole par exemple).
- Les salles à usage de musique, dans lesquelles la réverbération et l'enveloppement sont privilégiés. Les niveaux de pression acoustique peuvent dépasser les 105 dB(A).

A ces deux grandes familles, s'ajoutent les salles de musiques actuelles, dans lesquelles on cherche généralement à minimiser la réponse de la salle de manière à permettre à l'ingénieur du son de tirer profit de son matériel sans être bridé par la salle. Ceci est d'autant plus utile pour les spectacles itinérants, pour lesquels le régisseur du spectacle souhaite ne pas avoir à modifier de fond en comble son dispositif de sonorisation à chaque étape.

Par ailleurs, certaines formes de spectacles telles que les opéras peuvent à la fois nécessiter une bonne intelligibilité tout en permettant l'obtention d'une qualité musicale convenable. Il est donc nécessaire de rechercher un compromis.

### 2.2 Scénographie

La scénographie impose de permettre au public de bien voir l'espace scénique. Celui-ci peut ne pas se limiter à la scène mais également inclure la fosse voire une partie de l'arrière scène.

Une vision optimisée de l'espace scénique conduit généralement à une forme de plan en éventail, qui n'est pas propice aux réflexions latérales tant souhaitées par l'acousticien pour un usage de musique en vue de conférer une sensation d'enveloppement.

Un autre point de conflit potentiel se situe au niveau de la jonction salle/scène, où la passerelle d'éclairage destinée

à illuminer le fond de l'espace scénique peut conduire l'architecte et le scénographe à vouloir abaisser le niveau du plafond, ce qui conduit à séparer trop nettement les volumes de salle et de scène pour un usage de musique non amplifiée.

Lorsqu'une fosse d'orchestre est prévue au programme, se pose la question de son traitement visuel, scénographique et acoustique. Cela a des répercussions sur la réponse acoustique de l'ensemble scène-salle, dans la mesure où une fosse couverte permettra généralement plus facilement un meilleur équilibre entre les chanteurs et l'orchestre. Mais il y a également un problème potentiel d'exposition au bruit des musiciens en fonction du choix de configuration (dimensions de la fosse et nature des revêtements de paroi notamment).

### 2.3 Sécurité du bâtiment

La salle de spectacles et ses espaces connexes constituent souvent une zone à risques : la présence de décors, tant dans l'espace scénique que dans les réserves, est souvent facteur de risque incendie. Les systèmes de désenfumage peuvent vite devenir de redoutables chemins de propagation du bruit entre les espaces, y compris extérieur. D'autre part, les charges mécaniques, tant statiques (réserve d'eau du déluge, machinerie) que dynamiques (porteuses) que doit supporter la structure du bâtiment sont conséquentes. Cela induit des contraintes de structure et de sécurité incendie.

Il est donc nécessaire, dans le cadre de la conception, de prendre les dispositions adéquates pour respecter les dispositions relatives à la sécurité incendie. Cela a rapidement des conséquences sur les matériaux utilisés, par exemple les parois ou doublages dans la salle sont souvent épais par rapport à une situation traditionnelle, et de ce fait moins absorbants que ce que souhaiterait parfois l'acousticien.

La stabilité structurelle du bâtiment doit évidemment tenir compte d'éventuels aléas d'exploitation. Le cas d'une salle multi-usage (théâtre et musique) vient à l'esprit : dans certaines configurations des tours de scène étaient utilisées pour délimiter l'espace scénique, elles faisaient 16 m de hauteur pour une base roulante de 3 m de côté. Tout fonctionna parfaitement jusqu'au jour où un essieu d'une tour s'est soudainement grippé : les restes ont été récupérés au troisième dessous...

### 2.4 Maintenance

Autrefois, il n'était pas rare de mettre en œuvre des dispositifs d'éclairage en plafond qui étaient d'un accès difficile (nécessitant une grande échelle) voire périlleux. Aujourd'hui, l'échelle n'est plus autorisée comme poste de travail et un ingénieur sécurité veille à ce qu'une procédure et un échafaudage convenables soient mis en œuvre pour toute intervention. La conception des salles modernes ou modernisées tient compte de cet état de fait. Mais cela peut parfois compliquer la tâche de l'acousticien dans la mesure où de nombreuses trappes de visite deviennent alors nécessaires.

### 2.5 Economie

Comme pour tout projet, la notion d'économie d'une salle de spectacle est importante, en termes d'investissement d'une part, mais également en termes de fonctionnement.

Par exemple, il est souvent possible, dans le cas d'une salle ancienne, de déroger aux règles habituelles de sécurité incendie. Mais en compensation il est généralement nécessaire de disposer d'un personnel de sécurité qualifié en nombre important, ce qui augmente très rapidement les coûts de fonctionnement d'un spectacle. De même, les contraintes de maintenance et de fonctionnement, par exemple liées à la présence de dispositifs mobiles ou difficilement accessibles, peuvent rapidement augmenter les coûts.

La contrainte économique doit donc être appréhendée aussitôt que possible dans le projet.

## 2.6 Sécurité des personnes

Au moins deux catégories de personnes sont à considérer :

- Le public, qui n'est pas nécessairement averti des risques encourus, et n'est en principe exposé au bruit qu'au moment des quelques spectacles auxquels il assiste.
- Le personnel, qui est présent à tous les spectacles ainsi qu'aux répétitions, et qui peut être fortement exposé au bruit, pendant le spectacle mais aussi pendant les répétitions.
- Enfin, il peut y avoir des riverains exposés au bruit rayonné dans l'environnement, voire transmis à travers une paroi mitoyenne.

Dans le premier cas, il s'agit d'assurer le respect des dispositions liées à la protection du public (décret sur les lieux diffusant à titre habituel de la musique amplifiée) Dans le second cas, il s'agit de la réglementation sur le bruit au travail. Enfin, dans le dernier cas, il s'agit de la protection de l'environnement.

## 3 Approches traditionnelles

Pendant longtemps, le multi-usage des salles se limitait, du point de vue acoustique, à tirer quelques rideaux, voire à manipuler quelques panneaux réflecteurs. Lorsque le budget le permettait, des parois ou éléments de plafonds mobiles étaient utilisés, mais ce au détriment de contraintes budgétaires et de sécurité, sans oublier le personnel nécessaire aux manipulations. Dans certains cas, il était possible de doubler la hauteur sous plafond voire même, en jouant sur cette hauteur et sur la nature des revêtements, de faire varier d'un facteur 3 la valeur de la durée de réverbération [8]

L'électro-acoustique a apporté de nouvelles possibilités en la matière [8], en permettant de s'affranchir de la plupart des dispositifs mobiles et de leurs contraintes structurelles et de sécurité.

## 4 Utilisation de l'électro-acoustique

Le principe d'une salle de spectacles est généralement de procurer un lieu fermé dans lequel peuvent être réalisées les activités souhaitées. Acoustiquement, on s'appuie sur les réflexions acoustiques des ondes issues de la scène. Le principe des systèmes électro-acoustiques vise ici à simuler ces réflexions au moyen de haut-parleurs alimentés par un signal capté sur scène et traité de manière à lui conférer les propriétés d'un signal qui aurait été généré par la même source sonore dans une salle de caractéristiques souhaitées par l'utilisateur.

L'exercice a toutefois des limites : la corrélation entre les perceptions visuelle et auditive doit être plausible, et la distance entre points d'émission et public doit être suffisamment élevée pour que la présence des haut-parleurs ne soit pas décelée par un public non averti. D'autre part, cette approche nécessite de pouvoir intégrer les haut-parleurs à l'intérieur de la salle dans des conditions acceptables techniquement et esthétiquement.

Un petit inconvénient est que cette méthode limite les zones d'ombre acoustique en salle ; il devient alors difficile de trouver des zones moins bruyantes ! Pour tout arranger, les haut-parleurs sont souvent disposés à proximité de la sous-face de toiture, ce qui ne contribue pas à réduire le bruit rayonné vers l'environnement extérieur !

Enfin, il est tentant (et souvent souhaitable) de disposer des haut-parleurs dans certains espaces restreints tels que la fosse d'orchestre. Mais cela pose rapidement le problème de l'exposition sonore des personnes à proximité, qui ne peut être résolu que par une étude de scénographie et d'électro-acoustique (localisation et caractéristiques des haut-parleurs concernés).

## 5 Protection du public, du personnel, et du voisinage

### 5.1 Public

En France, la protection « légale » du public est en principe couverte par le respect des dispositions réglementaires (Code de l'Environnement articles R571-25 à 30 [4]). Rappelons toutefois que les seuils fixés par cette réglementation correspondent, dans la réglementation du bruit au travail, à quelques minutes d'exposition quotidienne seulement !

Le décret relatif aux établissements diffusant à titre habituel de la musique amplifiée [3] imposait une valeur de niveau équivalent pondéré A sur une durée de 10 minutes n'excédant pas 105 dB(A) en tout point accessible au public. En complément il était également requis de ne pas excéder un niveau de pression acoustique de crête de 120 dB<sub>L</sub>in (cette dernière exigence n'étant toutefois pas sanctionnée). Aujourd'hui, dans un nouveau décret en date du 7 août 2017 il est demandé ne pas excéder 102 dB(A) et 118 dB(C) en termes de niveau continu équivalent sur une durée de 15 minutes [9]. De plus pour les spectacles spécifiquement dédiés aux enfants de moins de 6 ans, la limitation des niveaux sonores est abaissée à 94 dB(A) et 104 dB(C) en niveau continu équivalent sur une durée de 15 minutes.

### 5.2 Personnel

La doctrine Européenne de protection des travailleurs repose sur l'évaluation du risque [5]. Il n'en demeure pas moins que la réglementation Française [7] requiert une valeur d'exposition sonore quotidienne des travailleurs. Selon la valeur obtenue, le travailleur concerné peut bénéficier de la fourniture de protecteurs individuels, voire de précautions de réduction du bruit au poste de travail. L'enjeu financier est donc important.

Comment évaluer ce risque ? Pour permettre d'appréhender les niveaux sonores auxquels les personnels (musiciens, machinistes) sont exposés, mais aussi les circonstances dans lesquelles cette exposition a lieu, il est généralement nécessaire de se livrer à des observations

approfondies, généralement plus importantes que celles pratiquées lors de mesurages d'exposition traditionnels. A cet égard, la méthodologie développée dans la Norme EN ISO9612 permet d'identifier la plupart des écueils potentiels [5, 6]. Les résultats de ces mesurages, y compris les éventuelles conclusions qui en sont tirées, doivent être incontestables aux yeux et oreilles des diverses parties concernées (personnels et leur hiérarchie).

Le suivi des personnes concernées est d'autant plus délicat que nombre d'entre eux appartiennent à la catégorie dite des intermittents du spectacle, qui ne facilite pas leur traçabilité !

### 5.3 Voisinage

En France, la protection du voisinage est couverte par le respect des dispositions réglementaires (Code de l'Environnement articles R571-25 à 30 [4]). La réglementation distinguait auparavant [3] le cas des bâtiments non mitoyens, dans lesquels on exigeait le respect d'une émergence globale de 3 dB(A) la nuit et 5 dB(A) le jour vis-à-vis du bruit résiduel, valeur à laquelle s'ajoutait un terme correctif dépendant de la durée cumulée d'apparition du bruit, avec une émergence par bande d'octave limitée à 7 dB dans les octaves de 125 et 250 Hz, et à 5 dB dans les octaves de 500 à 4000 Hz, et le cas des bâtiments mitoyens dans lesquels il était exigé le respect d'une valeur d'émergence par bande d'octave de 3 dans toutes les bandes d'octave allant de 125 à 4000 Hz. Désormais cette valeur limite d'émergence de 3dB par bande d'octave est exigible dans tous les cas, et l'émergence globale autorisée chez les riverains (mitoyens ou plus éloignés) d'un lieu diffusant des bruits et sons amplifiés est de 3 dB(A) quelques soient la période de la journée et la durée cumulée d'apparition du bruit.

Par « bâtiment », on entend ici un édifice occupé de manière habituelle, ce qui sous-entend un bâtiment d'habitation. Mais qu'en est-il des bâtiments d'activité ? Bien souvent l'approche des autorités consiste à supposer que les spectacles ont lieu hors période d'usage des bâtiments tertiaires avoisinants, ce qui n'est malheureusement pas toujours le cas. De plus, il y a bien souvent des répétitions qui ont lieu pendant l'après-midi précédant le spectacle de soirée ! Dans ces conditions il est souvent souhaitable – et pratiqué – de respecter les contraintes d'application du décret y compris en période diurne dans ce genre de situation.

## 6 Conclusion

La qualité acoustique interne d'une salle constitue un critère fondamental de qualité. Mais, outre cet aspect, l'évaluation de l'exposition au bruit du personnel de spectacles, et l'évaluation de la gêne sonore dans le voisinage du lieu de spectacles, est une affaire complexe, qui ne repose pas que sur de la simple acoustique mais fait bien également appel à de sérieuses notions d'ergonomie et de politique d'aménagement.

A cet égard l'aménagement d'un lieu de spectacle constitue un réel enjeu, et doit être mené avec la collaboration des principaux intéressés, de l'usager au riverain en passant par le personnel. L'utilisation de l'électro-acoustique permet souvent d'optimiser la répartition et le volume sonore, mais il ne faut pas que ce soit au détriment de la sécurité des personnes.

Il est important d'avoir, par une analyse préalable du travail (d'ailleurs demandée dans la norme ISO 9612 [2]), permettant de déceler les intervalles de temps ou les situations dans lesquelles les travailleurs concernés sont soumis à une exposition importante.

## Références

- [1] M. Asselineau, *Du Ballet au Banquet en Baskets*, ICA1995, Trondheim, Norvège
- [2] *Norme Française NFS 31 084 Acoustique- Méthode de mesurage des niveaux d'exposition quotidienne au bruit en milieu de travail*. Octobre 2002
- [3] Décret n° 1998-1143 du 15 décembre 1998 relatif aux prescriptions applicables aux établissements ou locaux recevant du public et diffusant à titre habituel de la musique amplifiée, JO n°291 du 16 décembre 1998, p 18955.
- [4] Code de l'environnement, articles R571-25 à 30
- [5] Directive Européenne n°2003-10 du 6 février 2003 du Parlement Européen et du Conseil concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (bruit) (dix-septième directive particulière au sens de l'article 16, paragraphe 1, de la directive 89/391/CEE) (2003).
- [6] EN ISO 9612 (2006) *Acoustique - Détermination de l'exposition au bruit en milieu de travail - Méthode d'expertise*
- [7] Décret n° 2006-892 du 19 juillet 2006 relatif aux prescriptions de sécurité et de santé applicables en cas d'exposition des travailleurs aux risques dus au bruit et modifiant le code du travail, JO n°166 du 20 juillet 2006, p 10905, texte n°14
- [8] M. Asselineau, *Acoustique active, acoustique passive : approches complémentaires ou opposées*, CFA2010, Lyon
- [9] Décret n°2017-1244 du 7 août 2017 codifié dans le code de la santé publique (Articles R1336-1 à R1336-16) et dans le code de l'environnement (articles R571-25 à R571-28).