

Sonorisation d'une salle de spectacle

Révolutionnée par la technique des lignes sources, la sonorisation est conçue à partir d'une définition précise des besoins et d'une étude préalable de l'acoustique de la salle.



La sonorisation d'une salle de spectacle doit garantir une distribution homogène des niveaux sonores et l'acoustique doit être la plus neutre possible.

La durée de la réverbération doit être maîtrisée, de l'ordre de 0,4 à 0,6 seconde en concert amplifié. Elle est plus longue pour les salles de concerts non-amplifiés, allant jusqu'à 1,6 ou 1,8 s, mais demeure entre 1 et 1,5 s pour l'opéra, afin de conserver une relative intelligibilité de la parole. Le niveau sonore est réglementé, avec un maximum de 105 dB(A) auto-

risé en niveau moyen, et 120 dB(A) en crête, avec 3 dB(A) d'émergence maximale. Le plus complexe est de répondre au cas des salles polyvalentes, dont les besoins acoustiques sont en partie contradictoires.

Dans ces différents cas de figure, c'est la technologie des lignes sources qui s'est imposée ces dernières années. « La technologie de sonorisation s'avère relativement simple pour des opéras ou des salles de concerts. En revanche, dans les lieux extérieurs, comme le Zénith ou des lieux à grande réverbération, la sonorisation doit être conçue sur mesure.



Les sonorisations les plus importantes en termes de volume et de prix sont installées dans les stades», assure l'acousticien Alain Tisseyre. Dans ce panorama, les salles de cinéma tiennent une place à part, avec leurs propres formats de codage audiophonique multipoint (DTS, THX, Dolby...) et une acoustique très absorbante.

Des grappes d'enceintes directives

Dans les salles de cinéma, l'immersion sonore est obtenue en spatialisant les sources sonores avec des enceintes latérales et parfois un retour arrière.

Pour les salles de spectacle vivant avec son amplifié, générer une directivité donne la sensation aux spectateurs que le son vient de la scène. La technologie phare en matière d'enceintes depuis dix ans est celle de la ligne source (line array), avec des lignes d'enceintes assemblées en grappes et suspendues. «La ligne source permet une grande portée avec peu d'atténuation et un équilibre global, évitant de faire des rappels avec des enceintes en salle. Et la perte est seulement de 3 dB lorsqu'on double la distance, contre 6 dB en classique», met en avant François Chaumeil, ingénieur d'application chez L-Acoustics. Un mécanisme d'accastillage donne une inclinai-

son variable entre les enceintes, donnant à la grappe son profil curviligne, qui assure une couverture angulaire sonore de l'ensemble des sièges de la salle.

Simulation électroacoustique

Le nombre et la position des enceintes, ainsi que leurs types et leur puissance, sont définis dans un logiciel de simulation électroacoustique, à partir d'un modèle simplifié de la salle réalisé sur AutoCAD ou SketchUp. Les acousticiens emploient des logiciels généralistes comme Ease (Enhanced Acoustic Simulator for Engineers) ou CATT-Acoustic distribué par Euphonia. «Ces logiciels, de type calcul 2D étendu en 3D, répondent partiellement à la réponse acoustique de la salle. Ils s'appuient sur une modélisation grossière de la salle et une riche bibliothèque de haut-parleurs. En revanche, nous fournissons si nécessaire avec le cahier des charges pour la sonorisation un modèle 3D de la salle, qui permet une simulation plus exacte physiquement», précise Alain Tisseyre.

L'intégrateur peut préférer le logiciel fourni par le fabricant d'enceintes qu'il a choisi, tels GeoSoft2 de Nexo ou Soundvision de L-Acoustics, qui d'après François Chaumeil, «offrent la simulation de l'égalisation à faire dans les amplis. Une simulation (●●●)

A L'Abduaziz International Conference Center de Riyadh est une salle à usage multiple, dîners et spectacles, qui doit fonctionner dans les deux sens, avec des haut-parleurs dissimulés dans les décorations arabisantes. (Acoustique: Tisseyre & Associés et sonorisation: Audio Sud) (Doc. Tisseyre & Associés.)

B Théâtre Barnabé à Servion (Suisse) équipé avec deux lignes sources L-Acoustics. (Doc. L-Acoustics.)

Les enceintes lignes sources: une technique approuvée

Depuis une décennie, la technique de ligne source (Line Array) s'est imposée. Le principe est de suspendre des lignes d'enceintes accrochées en grappes. La puissance acoustique peut être contrôlée, tout en garantissant une directivité précise, et surtout, un éclairage sonore homogène des zones du public devant être couvertes par le spectacle. Le système line array est aussi apprécié pour les sonorisations de spectacles en plein air.

Parmi les fabricants réputés de sonorisation se trouvent les français L-Acoustics, présent, entre autres, aux JO de Londres et Sotchi, et Nexo qui a équipé de nombreuses installations sportives tels les stades. Mais aussi AudioSud, un assembleur titulaire de la marque Hortus, avec sa nouvelle gamme Leviathan. «Cet industriel vient de développer un système de sonorisation spectacle itinérante. Mobile et compact, il est destiné aux toumeurs», met en avant Alain Tisseyre. À l'étranger parmi les fabricants reconnus figurent Meyer Sound (USA), l'allemand D&B et le canadien Adamson avec sa gamme Metrix, distribué en France par DV2.



A Exemple de line array de marque Nexo au Parlement suisse. (Doc. Nexo.)

B Installation par GL Events d'une ligne source d'enceintes de neuf Kiva L-Acoustics à la Salle 300 de la Cité internationale de Lyon (69). (Doc. L-Acoustics.)



Salles à acoustique variable

Les salles polyvalentes demandent d'assurer à la fois du non-amplifié (opéra, théâtre...) et du concert amplifié, voire des projections audiovisuelles, ce qui habituellement nécessite de trouver un compromis de performances.

Dans certains cas, la salle est conçue avec une acoustique variable, comme l'Escale à Toulouse (31). « On nous a demandé d'apporter une réponse acoustique à cette salle, qui a une jauge de 500 spectateurs, et qui est destinée à la musique de chambre non-amplifiée, mais aussi au spectacle amplifié. La modularité acoustique est apportée par l'ajout sur des perches scéniques de 48 conques acoustiques de 2 m par 1 m, en plateau et en salles », explique l'acousticien Jean-Philippe Delhom. Pour optimiser la diffusion sur la scène et limiter les échos flottants, des caissons en matrices sont fixés sur les deux murs latéraux de la scène. Une deuxième modularité est donnée par la sonorisation, explique le régisseur général, Pierre Dubois : « Les enceintes L-Acoustics sont installées en fonction des besoins, avec : sur chaque côté, une ligne source avec quatre Kara suspendus et deux sub-grave compacts SB18, un cluster central de trois Kiva, complétés par des enceintes coaxiales avec quatre 8XT en front fill et deux 12XT. On peut aussi installer une configuration cinéma, en 6.1, pour de la transmission en direct, par exemple, depuis un opéra à Londres, avec quatre grappes Kiva dans la salle, des enceintes 8XT pour déboucher, deux sub-grave SB18 derrière l'écran, et une ligne source additionnelle Kara. »



(Doc. Delhom Acoustique)



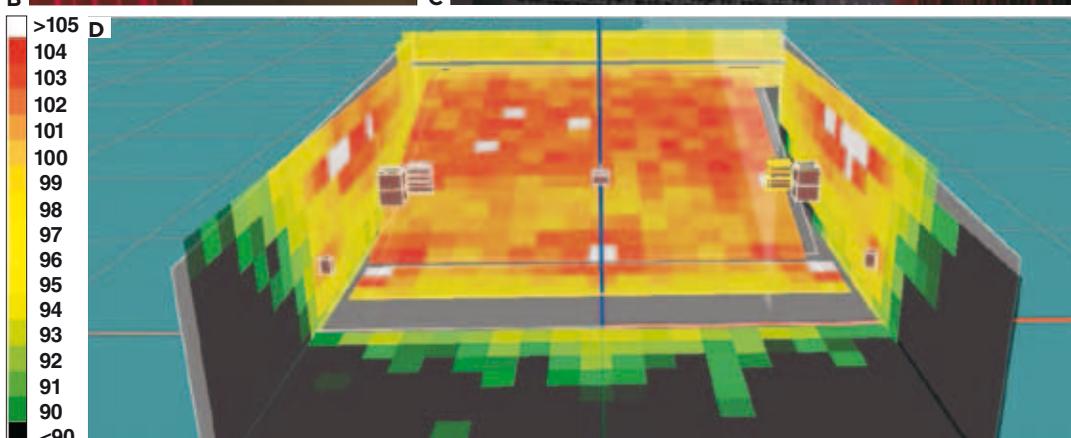
(Docs. Benoit Caratp)

A Le réseau de la sonorisation est double, analogique et numérique AES, avec baies de brassage, multidiffusion scène et salle et différents points de régie possibles.

B Sur chaque côté de la scène, une ligne source avec quatre Kara suspendus, complétée par deux enceintes 12XT en side fill pour déboucher.

C Les parois latérales de la scène sont recouvertes de matrices acoustiques, afin d'absorber le son.

D Simulation électroacoustique effectuée avec Soundvision de L-Acoustics.



(Doc. L-Acoustics)

Mise en œuvre: la salle de l'Arc au Creusot



A



B



C



D

A La salle de l'Arc du Creusot (71) créée en 1968 en est à sa troisième génération de sonorisation, installée récemment par l'intégrateur Irelem. «Le volume est assez particulier, avec peu de portée, et il existe des conques acoustiques qui ont été installées au-dessus des gradins, et qui canalisent le son vers le public», décrit Sébastien Moretto.

B Illustrative de l'approche ligne source, la salle est équipée de «deux grappes de huit enceintes Meyer Sound Mina suspendues avec des palans au plafond, dans le gril technique côté cour et jardin, hors cadre scène à mi-hauteur», détaille Sébastien Moretto. Les nouvelles enceintes ont été calées précisément au laser, une des contraintes étant que l'angle d'ouverture affleure les conques acoustiques en place, en évitant la réverbération.

C Les grappes suspendues sont complétées en fréquences par deux caissons de basse 650P, placés de part et d'autre de la scène. Et pour déboucher les premiers rangs, de petites enceintes UPJ-1P sont posées en nez de scène.

D «Une fois la sonorisation installée, une campagne de mesures a été effectuée sur 45 points, afin de contrôler l'écart de tolérance du niveau sonore. À cette étape, il est encore possible de régler l'inclinaison géométrique des grappes d'enceintes et de paramétrer le processeur des amplificateurs», résume Sébastien Moretto.

(Docs. Irelem.)

(...) pouvant, à terme, être directement copiée-collée dans les amplis depuis Soundvision, au lieu de l'actuel paramétrage manuel».

Une infrastructure invisible

Les signaux analogiques captés par les micros sont transportés dans une ou plusieurs baies pouvant être placées sous la scène. Ces signaux sont numérisés, préamplifiés et envoyés vers la console de mixage de la régie. Ils sont parfois brassés pour la diffusion radio ou télévisuelle. Les réseaux peuvent être organisés en boucle, avec des équipements en série, en étoile ou en semi-étoile avec un routeur qui brasse les flux numériques. Il n'est pas inhabituel d'installer plusieurs points de régie soit dans la salle, soit dans des locaux fermés. Sur Ethernet, les générations de formats se succèdent. En Layer 2, sont connus CobraNet et EtherSound (du français Digigram), qui est apprécié pour les réseaux en boucle. En Layer 3, un des nouveaux protocoles est Dante de l'australien Audinate, plus robuste pour un réseau en étoile, avec une faible latence et un nombre de canaux plus élevé, et permettant de la redondance.

Le signal mixé est envoyé en retour aux enceintes, après traitement du signal et amplification. Le processeur numérique égalise et gère les délais entre les enceintes, extrait les voix et filtres, mais aussi colore en fonction du spectacle.

Asservis informatiquement, les amplificateurs de puissance sont positionnés au plus proche des enceintes, par exemple dans des baies sur les côtés de la scène, afin de limiter le câblage. La perte en ligne demande, en effet, d'augmenter le diamètre des câbles. Pour l'Opéra de Lausanne, détaille l'ingénieur conseil Vincent Taurisson de VTIC: «Nous avons choisi des enceintes Adamson Metrix et des amplificateurs Lab. Gruppen PLM du même fabricant. Les baies d'amplification intègrent un processeur Lake de traitement du signal directement compatible avec le protocole numérique de réseau Dante». Certains fabricants ont choisi de placer les amplificateurs à l'intérieur des enceintes.

Les contraintes de l'existant

Rénové par l'agence d'architecture Devanthery-Lamunière, l'Opéra de Lausanne est un théâtre (...)

Le nouveau Théâtre des Sablons à Neuilly-sur-Seine (92), est une salle de spectacle modulable de 650 places pouvant accueillir théâtre, concert classique, concert électroacoustique et opéra. L'acoustique a été conçue par Tisseyre & associés et la sonorisation par Audio équipement, avec en diffusion, deux Adamson Metrix Sub, 6 Metrix et 2 Metrix Wave en downfill, sur réseau audionumérique Dante.(Doc. Tisseyre & associés.)



à l'italienne et un lieu usuellement non-amplifié. Il faut parfois renforcer la voix, pour aider le jeu théâtral ou dans le cas de chanteurs qui manquent de puissance, ou souhaitent préserver leur voix. « Dans ces différentes circonstances, il faut renforcer la voix sans que cela soit perçu par les spectateurs. C'est la transmission de l'onde acoustique donnée par la voix, qui donne la direction et qui doit être la plus forte. La sonorisation apporte un complément de puissance légèrement en retard, afin de ne pas perturber la spatialisation et en évitant de colorer la voix », confie l'ingénieur-conseil

Vincent Taurisson du cabinet VTIC qui est venu assister le cabinet scénographique Architecture et technique de Jacques Moyal, pour y ajouter un nouveau système de sonorisation. La nouvelle sonorisation est constituée de cinq grappes d'enceintes, quatre suspendues latéralement en sous-faces des balcons proches de la scène, et une centrale. Une contrainte est que l'acoustique de la salle d'origine n'a pas été modifiée lors de la rénovation et « n'a pas été conçue pour la pression sonore que peuvent fournir les sonorisations modernes », souligne Vincent Taurisson. **François Ploye**

Corpus réglementaire

Nuisances sonores

La circulaire du 23 décembre 2011, parue au Bulletin officiel du ministère de l'Écologie le 10 février 2012, précise le champ d'application de la réglementation (applicables aux établissements ou locaux recevant du public et diffusant à titre habituel de la musique amplifiée). Celle-ci rappelle les modalités d'exercice des compétences mobilisées et fournit les outils utiles à son suivi, qui privilégient la conciliation et le dialogue avec les parties prenantes. Cette circulaire abroge la circulaire n°98-1143 du 15 décembre 1998 et s'appuie sur les articles R. 571-25 à R. 571-30 et R. 571-96 du Code de l'environnement, en particulier :

- Article R. 571-26

Dans ces établissements ou locaux, en aucun endroit accessible au public le niveau de pression acoustique ne doit dépasser 105 dB (A) en niveau moyen et 120 dB en niveau de crête, dans les conditions de mesurage prévues par arrêté.

- Article R. 571-27

La protection du voisinage par respect des valeurs d'émergence. Lorsque ces établissements ou locaux sont soit contigus de bâtiments comportant des locaux à usage d'habitation, ou destinés à un usage impliquant la présence prolongée de personnes, soit situés à l'intérieur de tels bâtiments. Alors, l'isolement entre le local d'émission et le local ou le bâtiment de

réception doit être conforme à une valeur minimale, fixée par arrêté, qui permette de respecter les valeurs maximales d'émergence mentionnées à l'article R. 1334-33 du Code de la santé publique. Dans les octaves normalisées de 125 Hz à 4 000 Hz, ces valeurs maximales d'émergence ne peuvent être supérieures à 3 dB.

Installation électrique

Les textes s'appliquant à l'installation électrique sont :

- DTU 70.2 Installation électrique des bâtiments à usage collectif,
- NFC 14-100 – Conception et réalisation des installations de branchement du domaine basse tension (première catégorie) comprises

entre le point de raccordement au réseau et le point de livraison,

- NFC 15-100 et additifs – Exécution et entretien des installations électriques de première catégorie et les guides d'applications

Installation réseau

Les règles de câblage sont données par les normes ISO/CEI 11801 et EN 50173

- EN 50167 pour le câblage capillaire, de distribution horizontale,
- EN 50168 pour les câbles de brassage, pour raccordement du terminal,
- EN 50169 pour les câbles de rocares,
- HD 608 pour les câbles à paires symétriques.