



Dictionnaire des théâtres du monde

Acoustique [techniques du son]

L'histoire de l'acoustique se confond largement avec celle de l'architecture en général et du théâtre en particulier. Les relations sont intimes entre l'espace construit et l'espace sonore qu'il engendre. En construisant les premiers amphithéâtres, les Grecs ont compris et conjugué, dès le IV^e siècle av. J.-C., l'interaction entre formes, matériaux et perception psycho-auditive de l'espace. À l'époque, et jusqu'au XIX^e siècle, l'acoustique ne peut être réellement considérée comme une science exacte. Le Romain Vitruve sous l'Antiquité ou le jésuite allemand Athanase Kircher au XVII^e siècle pratiquent l'acoustique comme un art, selon une approche sensitive largement empirique. L'Américain Sabine à la fin du XIX^e siècle fait entrer l'acoustique dans le domaine scientifique. L'empirisme cède la place aux équations et l'oreille aux instruments de mesure, du moins en partie.

D'un classicisme à l'autre

L'acoustique des théâtres antiques est exceptionnelle : les architectes ont rivalisé d'ingéniosité pour permettre à des rassemblements considérables de spectateurs (jusqu'à 25 000 personnes) d'entendre parfaitement les acteurs. Les règles de l'acoustique sont différentes suivant qu'il s'agit d'un théâtre grec ou d'un théâtre romain.

L'acoustique des théâtres grecs

Pour la plus grande joie des touristes, les guides, à Épidaure par exemple, répètent inlassablement la même expérience exécutée au centre de l'*orchestra* : un craquement d'allumette, un froissement de papier est parfaitement perçu du haut des gradins. Suivant F. Canac, la précision de cette acoustique vient notamment de l'inclinaison de la pente du theatron qui permet une acoustique directe pour une grande partie des gradins, et une acoustique par réflexion pour les gradins supérieurs. La moulure généralement aménagée sur le bord des gradins, la forme convexe de leur partie verticale favorisaient la propagation des ondes sonores. Dans certains théâtres d'époque plus tardive, des amphores placées sous les sièges proédriques auraient renforcé l'acoustique. À l'époque hellénistique, le proskênion, cette estrade surélevée édifée sur le devant du bâtiment de scène, aurait été l'une des solutions mises en œuvre pour faciliter l'acoustique dans des théâtres aux proportions plus vastes qu'à l'époque classique : en effet, les acteurs juchés sur le proskênion surplombaient l'*orchestra* d'une hauteur de 4 mètres environ et se faisaient ainsi mieux entendre des spectateurs assis sur des gradins dont les derniers rangs pouvaient se trouver à 50 mètres de hauteur. L'évolution des masques, dont la bouche s'ouvre démesurément jusqu'à devenir dans certains cas un véritable porte-voix, aurait obéi à la même nécessité.

L'acoustique des théâtres romains

L'ensemble de l'édifice se présente comme un colossal demi-entonnoir, protégé de tous les bruits extérieurs par la barrière du mur de scène et par les gradins dont le sommet est couronné par une galerie. Un acteur placé à l'avant du *pulpitum* utilise l'acoustique directe pour un tiers environ de l'auditoire et l'acoustique indirecte pour le reste des gradins, par réflexion des ondes sonores sur le dallage de l'*orchestra*. Lorsque le théâtre de Dionysos à Athènes fut aménagé par les Romains, on s'aperçut qu'il était nécessaire de laisser libre une certaine zone dans l'*orchestra* et celle-ci fut délimitée par un losange encore visible aujourd'hui. Lorsque l'acteur est au fond du *pulpitum*, il fait jouer la résonance du mur de scène et de son plafond à caissons. Les mutilations des théâtres

romains ont été très préjudiciables à leur acoustique : en l'absence du plafond de scène, les chanteurs des chorégies d'Orange doivent parfois tourner le dos aux spectateurs pour favoriser la réflexion des ondes sonores sur le mur de scène. La destruction d'une partie des gradins a rendu certains théâtres romains, comme celui d'Arles, impropres aux représentations dramatiques. En outre, le théâtre romain se présente, à la différence du théâtre grec ouvert, comme une caisse de résonance mieux adaptée aux chœurs et à une riche musique orchestrale qu'à la simple déclamation souvent troublée par un phénomène d'écho.

Théâtre ouvert / Théâtre fermé

La chute de l'Empire romain entraîne avec elle sinon la disparition du moins le quasi-abandon des lieux de théâtre. Mystères, drames et farces apparaissent timidement à partir de la fin du I^{er} millénaire. Il s'agit de spectacles inspirés de la vie religieuse donnés dans l'enceinte même des églises ou sur les porches, les parvis. L'acoustique des églises et des cathédrales est très particulière. La pierre, principal matériau employé, ainsi que l'imposant volume interne, clos et couvert, créent une réverbération qui dépasse couramment les dix secondes. Dans ces conditions, la parole est difficilement intelligible. Les acteurs qui jouent la Passion ou un [miracle](#) adoptent, tout comme les officiants, une diction spécifique caractérisée par sa lenteur et une accentuation syllabique très prononcée. On s'aperçoit dès lors très vite que la musique, à l'inverse du théâtre, s'accommode fort bien de la réverbération. Une réalité qui se vérifie toujours aujourd'hui.

Le premier théâtre permanent est construit à Paris à l'aube du X^{Ve} siècle. Il s'agit d'un théâtre en bois, dont l'architecture est simplifiée à l'extrême : une estrade qui tient lieu de scène, quelques loges et un parterre recouvert d'un plancher sommaire. La forme est circulaire ou polygonale. Le spectacle est donné à ciel ouvert. Bien qu'aucun de ces théâtres ne soit parvenu intact jusqu'à nous, l'emploi du bois et l'absence de toit permettent d'imaginer une acoustique fort peu réverbérante et donc tout à fait propice à l'intelligibilité de la parole.

Le théâtre à l'italienne

Les premières salles dites « à l'italienne » marquent dès la fin du XVI^e siècle le début d'une ère nouvelle dans le triple rapport musique (opéra), théâtre et acoustique architecturale. L'acoustique de ces salles consacrées au théâtre lyrique doit permettre de concilier une bonne intelligibilité et une musicalité sans faille. Les architectes de l'époque préconisent un volume interne restreint, un hémicycle en fer à cheval puis en U, tapissé de loges, et un cadre de scène qui cache la machinerie des coulisses (au demeurant fort bruyante). Lourdes tentures, réflecteurs contribuent à améliorer l'homogénéité acoustique de ces petits théâtres au temps de réverbération très court. La généralisation progressive des balcons, le remplacement du bois par de lourdes maçonneries, la mode des dômes vont peu à peu dégrader ces salles, gâchant une acoustique qui perd dès lors une grande partie de son caractère exceptionnel.

Vers la modernité de l'acoustique

C'est véritablement à partir de la seconde moitié du XVIII^e siècle que l'acoustique (aux côtés de l'optique) devient un facteur déterminant dans la conception d'une salle de spectacle. Certes, les architectes et les amateurs continuent à lire – et à chercher à éclaircir – le texte de Vitruve ; ils visitent les salles de spectacle d'Italie ; mais, à côté de cette démarche séculaire, apparaît une autre attitude fondée sur une croyance en la perfection des œuvres de la nature dont on cherche à percer les mystères. Ainsi, l'observation des phénomènes sonores accompagne les expériences sur la nature de l'air, de l'électricité (voir les publications de l'abbé Nollet), du magnétisme animal (voir le fameux baquet de Mesmer).

L'idée était simple et se voulait efficace : déduire, à partir de principes puisés dans la nature, quelques règles maniables, capables d'engendrer l'organisation de tout théâtre. Ces principes appartenaient à une science nouvelle fondée par le mathématicien Sauveur : l'acoustique « qui a pour objet le son en général, au lieu que la musique a pour objet le son autant qu'il est agréable à l'ouïe » (Principes d'acoustique, 1701). À sa suite, et pour plus de deux siècles, on considérera l'acoustique comme « la théorie physique du son » bien que la frontière entre musique et acoustique demeure floue. Ce qui n'a rien de surprenant puisque, jusqu'à la seconde moitié du XX^e siècle, l'oreille humaine restera un instrument incomparable de mesure des propriétés du son. De plus, les recherches des physiciens utiliseront souvent des matériels d'expérimentation issus de la facture instrumentale : Chladni (auteur d'un traité d'acoustique traduit en France en 1809) explore les vibrations de plaques finies et construit un instrument de musique, le clavicylindre.

Parmi les hommes des Lumières qui tentèrent de mettre au point une salle de spectacle satisfaisante sous le rapport de l'acoustique, l'architecte P. Patte retient l'attention par la cohérence de la solution qu'il propose (Essai sur l'architecture théâtrale, 1782). Le plan de la salle qu'il préconise présente la forme d'une ellipse (tronquée au cadre de scène) très proche du plan de l'opéra construit au château de Versailles par [Gabriel](#). Mais l'élévation en diffère par la suppression des colonnes ainsi que de tout obstacle à la « libre circulation du son ». Seuls s'étagent, à l'aplomb, quatre rangs de balcons continus posés en console le long d'une paroi en maçonnerie lourde (pour prévenir tout risque d'incendie) revêtue, côté spectateurs, d'un lambris mince. Patte justifie ces dispositions par des règles géométriques et physiques simples : le son est réputé agir par rayons se comportant, et donc se réfléchissant, comme des rayons lumineux ; les parois élastiques augmentant l'énergie lors du choc. Par conséquent, une ellipse aux parois élastiques devait posséder le pouvoir de renforcer considérablement, sans rien perdre de la clarté du message, la voix des acteurs.

Sous l'apparente modernité de la démarche de Patte se cache une conception du son relevant d'un modèle physique ancien. En effet, l'Essai puise son inspiration dans un texte quasi merveilleux publié au milieu du XVII^e siècle par un savant jésuite, le père A. Kircher. La lecture de la Musurgia Universalis invite à une archéologie du son. En effet, Kircher, s'appuyant sur l'autorité de l'Antiquité (voir le livre IV du De Natura Rerum de Lucrèce), explique comment le son communique à l'ouïe du spectateur, par le moyen du voyage des atomes, une image du corps qui l'a produit. Ainsi, un son pourra être dit raboteux ou doux, chaud ou froid. Un musicien comme Mozart adhèrera encore à cette conception : l'enfer glacé du Don Giovanni s'accorde à la voix grave du Commandeur. Autour d'un phénomène simple, l'écho, Kircher livre au lecteur un récit mythologique : l'écho est assimilé à une nymphe qui répond, quelquefois avec facétie, aux questions qu'on lui pose. Si l'écho est répétition, c'est pour établir un dialogue dans l'espace et dans le temps. C'est lui qui porte au loin, ou vers l'éternité, la renommée de tel héros ou de tel homme illustre. Ce n'est pas un hasard si le chevalier Morland invente (vers 1670) un porte-voix qui ressemble à la trompette que brandit la Renommée. Seules une conception musicale de l'analyse sonore et l'idée d'une musique comme langage (reprises par le musicologue et chef d'orchestre Nikolaus Harnoncourt) aident à comprendre cette attitude déroutante pour un homme du XX^e siècle. La figure préconisée par Patte prend alors tout son sens : par ses propriétés géométriques (le double foyer) l'ellipse transporte la voix de l'acteur vers la masse des spectateurs. Ainsi, les vases d'airain chers aux traducteurs de Vitruve devenaient inutiles : sans intermédiaire entre l'acteur et le spectateur, pouvait s'instaurer un dialogue dont Rousseau aurait apprécié la transparence.

Malgré les critiques dont l'Essai fut l'objet, la figure de l'ellipse continua de fasciner les architectes : des inventeurs isolés du XIX^e siècle aux artistes de la fin du XX^e siècle (comme C. de Portzamparc à la Cité de la musique de Paris-La Villette).

Aucune autre doctrine ne devait venir mettre fin aux incertitudes du XIX^e siècle et de la première moitié du XX^e siècle. La salle idéale appartiendra longtemps au domaine du rêve ou de l'utopie. Le jeu d'Amphion capable, par sa lyre, d'élever de hautes murailles sonnera comme un mythe cruel, condamnant l'incapacité des constructeurs. Quel praticien aurait pu bâtir, pour Berlioz, une salle immense comme le cratère de l'Etna, susceptible de contenir 20 000 spectateurs et 10 000 exécutants communiant dans une œuvre au son ample et précis ? Un savoir-faire s'établit pourtant au cours du XIX^e siècle : T. Lachez montra combien la conception acoustique d'un lieu de rassemblement était étroitement liée à son utilisation (la conférence, le jeu dramatique, le concert) ; [Davioud](#), confronté à la construction des théâtres du Châtelet, mena une enquête diversifiée, visitant les théâtres de Londres, interrogeant des comédiens ; le facteur d'instruments A. Sax proposa une salle révolutionnaire que, faute de moyens financiers, il ne put voir construire. [Garnier](#), méditant, non sans humour, sur la construction de l'Opéra de Paris, résumait les angoisses de son siècle devant l'affront que l'acoustique infligeait à la raison triomphante et en arrivait à regretter la simplicité des principes de Vitruve. Au début du XX^e siècle, l'ingénieur G. Lyon, tirant profit de l'étude du théâtre antique (portant notamment sur le rapport son direct/première réflexion), concevra la salle Pleyel.

Nouvelles réalisations et nouvelles techniques

Le Festpielhaus de Bayreuth conçu par [Wagner](#) pour ses opéras se situe à l'opposé de la salle à l'italienne, injustement qualifiée de « boîte à chaussures » par certains architectes de l'époque. La forme générale du Festpielhaus s'inspire de l'amphithéâtre. On constate donc, dans une certaine mesure, un retour aux sources. L'orchestre est abrité dans une fosse située en partie sous la scène, diminuant ainsi l'espace entre scène et gradins. La couleur acoustique est caractérisée par une ambiance plutôt réverbérante ainsi que par l'étouffement des sons à forte dynamique, étouffement dû en grande partie à l'emplacement de l'orchestre.

La salle conçue par Richard Wagner coïncide avec le moment où l'acoustique devient partie intégrante des sciences physiques. La propagation, l'atténuation du son en fonction de la distance, l'absorption, la réfraction, la conduction sont méthodiquement étudiées. De nouveaux principes, de

nouvelles théories se dégagent et s'appliquent en priorité aux salles de spectacle.

À l'aube du XXe siècle, les travaux de l'Américain Sabine permettent de lever une partie des incertitudes concernant la prévision de l'acoustique d'une salle. En liant, par une équation simple, volume et nature (réfléchissante ou absorbante) des parois d'une salle, ils assurent une approche quantifiée du phénomène de la résonance. Parallèlement l'électricité, la reproduction des images et du son, toutes ces inventions ébranlent largement les murs du théâtre. Le cinéma parlant (1928) introduit pour la première fois une dimension électro-acoustique dans le cadre du spectacle. La prise de son et le mixage permettent la diffusion d'espaces sonores artificiels, inédits, où paroles et musique se jouent des contraintes théâtrales traditionnelles. Les salles de spectacle et le public entrent désormais dans l'ère de la reproduction et de la « haute fidélité ».

Les salles de Broadway spécialisées dans la comédie musicale sont les premières à s'équiper en matériel de sonorisation, matériel directement dérivé de celui installé dans les immenses salles de cinéma de l'époque. Il s'agit le plus souvent d'une simple enceinte munie d'un pavillon développant parfois quelques mètres. L'enceinte sert dans un premier temps à renforcer la présence sonore des voix et de certains instruments. L'ambiance sonore est captée par un ou plusieurs microphones fort peu sensibles et peu discrets.

Les metteurs en scène de théâtre réagissent face au cinéma en « cassant » l'espace scénique traditionnel. La présence, l'intelligibilité de l'acteur redeviennent une priorité. Le volume interne des théâtres tend à diminuer. Scène et salle se confondent souvent en un même espace. Le phénomène est inverse en ce qui concerne les auditoriums et salles de concert. Leur capacité s'accroît, notamment dans la période de (re)construction d'édifices culturels qui caractérise les années cinquante et soixante.

L'enregistrement magnétique, le disque microsillon entraînent au lendemain de la Seconde Guerre mondiale sinon une généralisation du moins une amorce de banalisation de l'emploi des techniques de sonorisation dans les spectacles vivants. La sonorisation devient très vite partie intégrante de la machinerie de théâtre. Les metteurs en scène diffusent des ambiances et des paysages sonores (pluie, vent, « sono-scènes » de campagne, « sono-scènes » urbaines) qui se veulent avant tout réalistes et apportent un élément de participation directe à la mise en scène et de crédibilité du décor.

Le mélange entre les microphones sur scène et les bandes son (musique et effets spéciaux) se généralise dans les années soixante. Le mélangeur, ou table de mixage, est muni quelque temps plus tard de filtres qui permettent d'intervenir sur le timbre des différentes sources. Les équipements (magnétophones, platines tourne-disque, armoires d'amplification et de filtrage, table de mixage) sont alors regroupés dans un local ou une régie technique, de taille généralement modeste. Il faut noter que le contrôle de la diffusion et de la balance globale en toutes les sources est effectué de plus en plus souvent dans la salle même. La salle de la Maison de la culture de Bobigny a été la première à adopter le principe d'une régie mobile lumière-son commune. L'écoute de la salle est optimale. Les techniciens, installés dans une nacelle accrochée au-dessus des fauteuils d'orchestre, contrôlent les équipements à distance par télécommande.

Les salles expérimentales et modulables, où l'espace intérieur peut être configuré à volonté en fonction de la mise en scène, apparaissent au début des années soixante. Ces salles imposent des solutions novatrices en matière d'acoustique : plafonds et auvents installés au-dessus de la scène mobile, rideaux absorbants rétractables, panneaux mobiles recouverts de matériaux plus ou moins réfléchissants. Une sonorisation ou plutôt un système de renforcement sonore peut intervenir aux emplacements où l'acoustique naturelle de la salle est déficiente. Le concept de salle polyvalente, « bonne à tout faire », depuis la convention politique ou publicitaire jusqu'au ballet, en passant par Carmen, un groupe de rock et Hamlet correspond à une réalité économique et à une nouvelle forme de consommation culturelle en matière de spectacles vivants. Ces salles généralement de grande capacité (jusqu'à 15 000 places) font appel à des systèmes de diffusion électro-acoustique très complets (microphones, amplificateurs, enceintes, traitement numérique, filtrage). L'acoustique variable est également un élément de réponse important.

Le développement spectaculaire de l'électro-acoustique et de l'[informatique](#) a abouti à la mise au point récente de systèmes de diffusion assistée par ordinateur. Ces systèmes permettent un contrôle très précis, et en temps réel, de la diffusion électro-acoustique de la salle, tout en tenant compte de paramètres tels que la propagation, la réverbération, la spatialisation des sources sonores. Le processeur de traitement numérique associé à un réseau d'enceintes disséminées dans la salle atténue les zones où la propagation en champ direct peut se révéler médiocre (balcons, surfaces focalisantes). Grâce au mixage automatique, le régisseur son a la possibilité de programmer à l'avance, comme pour la lumière, les différents extraits musicaux ou effets sonores. Les systèmes de stockage du son les plus modernes utilisent une mémoire de masse informatique de type disque dur. La manipulation des supports (disque, cassette, bande magnétique) est éliminée. Une fois numérisés dans la mémoire interne de l'ordinateur, les sons sont alors montés et classés. La lecture de tel ou tel son peut être déclenchée automatiquement, « à la volée », ou bien encore synchronisée avec des systèmes externes (effets lumières) par un système d'interface et un code temporel.

L'électro-acoustique ne peut et ne doit pas être considérée comme un remède « miracle » mais plutôt comme un allié plus ou moins puissant. Habitué au disque compact, le public sait apprécier et exige une qualité de restitution sonore irréprochable, digne du confort d'écoute domestique. Cette demande pousse les exploitants de salles, le plus souvent polyvalentes, à investir dans des systèmes de diffusion sonore de plus en plus efficaces. La généralisation des techniques numériques et des automatismes de contrôle libère le régisseur des tâches les plus répétitives. Un nouveau profil de régisseur son, participant de manière plus directe à la création et à la mise en scène sur un plan sonore, voit le jour.

BIBLIOGRAPHIE SÉLECTIVE

- L'Acoustique des théâtres antiques, ses enseignements, François Canac,..., Paris : Édition du Centre national de la recherche scientifique, 1967
<http://catalogue.bnf.fr/ark:/12148/cb32939621m>
- Acoustique et architecture, par Roger Lamoral,..., Paris : Masson, 1975
<http://catalogue.bnf.fr/ark:/12148/cb345510529>
- Sons et musique..., Paris : [s.n.], 1980
<http://catalogue.bnf.fr/ark:/12148/cb43111521v>
- Le son musical, musique, acoustique et informatique, John Pierce ; trad. de l'anglais par Françoise Berquierouvrage édité avec la collab. de Jean-Claude Risset, ..., Paris : diff. Belin, 1993
<http://catalogue.bnf.fr/ark:/12148/cb37497135h>
- La sonorisation, Denis Fortier ; [en collaboration avec les services techniques de la société SCV Audio], Paris : Nathan communication, DL 1990
<http://catalogue.bnf.fr/ark:/12148/cb41217468k>

Rédacteur(s)

[B. THAON](#) [D. FORTIER](#)

Éditions Bordas, 2008

Classement

Cet article relève de la spécialité [Technique et créateurs techniques](#)

Voir aussi

Citations pertinentes de cet article dans le dictionnaire : Vitruve Kircher (A.) Sabine orchestra theatron proskênion pulpitu réverbération loge parterre cadre de scène balcons Chladni Gabriel (A.) Patte (P.) Portzamparc (C. de) Garnier (Ch.) Davioud (G.) Lachez (T.) Wagner (R.) fosse gradins mixage sonorisation machinerie régie électro-acoustique informatisation régisseur

Article à retrouver sur : <https://dictionnaire.artcena.fr/articles/lexique-acoustique>