

CHAPITRE IV

LES ÉDIFICES D'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

(Suite.)

SOMMAIRE. — Les très grandes salles de cours, ou de solennités. — Leur utilisation possible, leurs accès. — Difficultés acoustiques. — Dépendances des salles de cours. — Chauffage. — Salles de conférences. Salles d'examens.

Il me reste à vous parler des très grandes salles de cours. Elles sont exceptionnelles par leur programme, par leurs dimensions, et sont en très petit nombre. Cependant, de ce que ce programme est très exceptionnel, ce n'est pas une raison pour ne pas le traiter.

Ces salles de cours servent aussi de salles de séances solennelles, distributions de prix, etc. Leur programme unique est en somme de contenir beaucoup de monde, en le mettant à même de voir et d'entendre, moins bien sans doute que dans une salle plus restreinte, mais encore suffisamment. Comme nous l'avons vu d'ailleurs, il leur faut deux accès distincts, l'accès du public et celui de l'enseignement ou du cortège officiel. Naturellement, il faut des dégagements nombreux pour l'entrée et surtout pour la sortie. Si l'on entre peu à peu, on sort tous à la fois. C'est presque le programme d'une salle de théâtre, et c'en est presque la composition. Vous voyez donc combien sont peu pratiques les plans où une grande salle de ce genre est rejetée

en dehors de la composition, avec un même vestibule d'accès pour le public et pour le corps enseignant ou les gens de l'es-trade. Et c'est pourtant ainsi qu'on a longtemps composé, et que vous composez encore pour que, sur le papier, votre plan se termine par un demi-cercle qui, dites-vous, le finit bien. Comme si cela signifiait quelque chose!

Dans ces très grandes salles, l'écueil est dans la trop grande distance de l'auditeur à l'orateur. Je dis l'orateur, parce qu'ici l'enseignement devient forcément du discours, et d'ailleurs ces salles sont interdites à l'enseignement scientifique. Ni le tableau ni la table d'expérience ne permettent de pareilles distances. Aussi ces très grandes salles seront-elles presque nécessairement demi-circulaires : le demi-cercle, nous l'avons vu, est la forme qui assure le minimum de distance à nombre égal entre l'orateur et les auditeurs les plus éloignés. Elles comportent aussi la multiplication des places au moyen de tribunes.

Ainsi, voilà une salle demi-circulaire, et supposons-la de 40 mètres de diamètre. Si, pour la facilité du raisonnement, je suppose le demi-cercle pur, sans aucuns prolongements, cette salle aura donc plus de 1.250 mètres superficiels. Le dernier rang d'auditeurs sera à 20 mètres, en projection horizontale, du centre que je suppose occupé par l'orateur. Verra-t-il, entendra-t-il? Telle est la double question que doit se poser l'architecte, non sans anxiété.

Si la salle est bien éclairée (toujours ce *postulatum*), il verra autant que ses yeux lui permettent de voir, à 20 ou 22 mètres. Il ne verrait pas une expérience, mais il verra le geste de l'orateur. Dans l'espèce, cela suffit.

Entendra-t-il? La question est plus douteuse. Il risque en effet deux échecs : entendre insuffisamment, ou entendre deux fois, ce qui est une autre manière de ne pas entendre.

Je n'ai pas la prétention, croyez-le bien, de vous faire un cours d'acoustique. Ce n'est pas mon domaine, et d'ailleurs j'ai sur l'acoustique une opinion qui ne me permettrait guère de l'enseigner : c'est que c'est la science des déceptions et des erreurs. Je m'empresse de proclamer, si l'on y tient, que c'est une science, une science très exacte, très certaine, très infaillible, comme d'ailleurs toute science doit être par définition. Mais aussi une science qui joue de malheur, car elle n'a rien pu conclure, et c'est toujours au tâtonnement, pour ne pas dire à l'empirisme, qu'il lui faut demander des solutions.

Mais sans pédantisme, sans mots tirés du grec, il y a des notions de bon sens et d'expérience pratique qui peuvent mettre en garde contre certains dangers, et il faut d'abord voir ce qu'on peut craindre, pour étudier les moyens de dissiper ces craintes.

Comment entendons-nous en plein air, comment dans une salle ? En plein air, je suppose en rase campagne, nous entendons presque uniquement par la perception directe du son. Une personne parle, une autre en est à 10 mètres, elle entend la première, parce que de la première à la seconde le son a suivi une ligne droite, et comme le son parcourt 340 mètres par seconde, il est perçu par l'auditeur $\frac{1}{34}$ de seconde après avoir été émis par l'orateur. Le son ici n'est pas multiplié : les rayons sonores qui passent à côté de l'auditeur vont se perdre dans les espaces lointains, il n'en perçoit rien. Tout au plus un certain renforcement du son est-il dû à la réflexion sur le sol, si surtout ce sol est uni, comme par exemple un dallage ou un simple trottoir. Le renforcement du son sur une nappe d'eau est un phénomène bien connu.

Il n'en va pas de même dans une salle. Là l'auditeur perçoit *d'abord* le son venu en droite ligne de l'orateur à lui. Mais, de plus, les rayons sonores passant à côté de lui vont rencontrer

des murs, un plafond, des vitrages, etc. Ils sont renvoyés par ces surfaces et une partie de ces sons *réfléchis* arrive à l'auditeur *un peu après* qu'il a perçu le son direct.

Si cet intervalle est assez minime pour ne pas être appréciable, ce faisceau de rayons sonores, bien que frappant l'oreille successivement en réalité, produit pour nous l'effet d'un son unique, mais d'un son majoré : voilà pourquoi nous entendons mieux dans une salle qu'en plein air, et mieux encore dans une salle dont les parois sont plus réfléchissantes du son, par exemple des boiseries.

Mais s'il se passe, entre l'arrivée du son direct et l'arrivée du son réfléchi, un espace de temps saisissable pour notre oreille, alors il y a *écho* ou redondance et l'audition perd en netteté ce qu'elle gagne en volume. Les sons se confondent et se mélangent, on entend un bruit, on n'entend pas une articulation. C'est un son répété, et non plus un son renforcé.

Il est évident n'est-ce pas que si vous êtes à l'entrée d'une salle qui ait 170 mètres de long ; si avec un instrument bruyant vous frappez des notes scandées à intervalles réguliers, ces notes vous reviendront après avoir fait 170 mètres à l'aller, 170 mètres au retour, c'est-à-dire au bout d'une seconde. Si la mesure de vos notes battues et la durée d'une seconde sont deux nombres inégaux, la cacophonie déjà formidable en tous cas deviendra quelque chose d'épouvantable.

La conclusion, c'est qu'il ne faut pas de distances qui exposent au son double ni au son qui, sans être distinctement doublé, serait prolongé d'une façon sensible : pas de distances excessives si les parois sont très réfléchissantes, ou alors il faut supprimer les renvois de son réfléchis ; il faut que le son réfléchi soit perçu comme ne faisant qu'un avec le son direct. Où commencent les dispositions dangereuses ?

M. Nénot a eu naturellement à étudier très sérieusement cette grave question pour sa très grande salle de la Sorbonne. Il a fait des expériences délicates avec le concours de physiciens et de musiciens, desquelles il résulte que, jusqu'à concurrence d'un dixième de seconde, aucune oreille ne percevrait distincts l'un de l'autre deux sons émis à cet intervalle. En d'autres termes, deux sons, réellement séparés par un intervalle d'un dixième de seconde, n'en font qu'un pour l'oreille humaine. Or, en matière de transmission de sons, le dixième de seconde correspond à 34 mètres de distance.

Ces prémisses posées un peu longuement, cherchons l'application. Si dans une salle demi-circulaire (fig. 684), l'orateur O est au centre même, l'auditeur A ne pourra, du fait de la paroi

cylindrique, recevoir de rayon réfléchi que celui même qu'il a déjà perçu directement. De plus, l'orateur sera lui-même le point de convergence de tous les rayons réfléchis, et si la salle a plus de

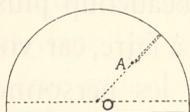


Fig 684. — Hémicycle avec l'orateur au centre.

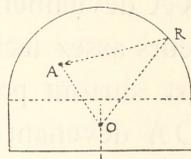


Fig. 685. — Hémicycle avec l'orateur en arrière du centre.

17 mètres de rayon, il sera tout étourdi par l'écho de sa propre parole. Cette forme de salle ne convient donc pas, et, pour des raisons multiples, on est conduit à placer l'orateur au delà du centre du demi-cercle (fig. 685), dans une salle où la forme demi-circulaire se raccorde avec une partie rectangulaire.

Dans ces conditions, si nous appelons O la place de l'orateur, A celle de l'auditeur, R un point de réfléchissement d'un rayon sonore, ce réfléchissement ne gênera pas l'auditeur et au contraire l'aidera à entendre si nous avons : $(OR + RA) - OA = < 34$ mètres. Supposons en effet que $OR + RA = 40$ mètres,

mais que l'auditeur soit à 10 mètres de l'orateur. Il aura perçu le son direct après $1/34$ de seconde, temps pendant lequel le rayon OR aura aussi parcouru 10 mètres; il restera donc 30 mètres seulement à parcourir au rayon réfléchi avant d'arriver à l'auditeur. Il lui faudra moins d'un dixième de seconde, et, d'après la théorie ci-dessus, les deux sons se confondront.

Remarquez seulement que ce n'est pas en plan qu'il faut mesurer ces distances. Il faut tenir compte des plafonds, de la hauteur des murs et, ce qui est plus grave, des ricochets qui font heurter le son à diverses parois, en allongeant ainsi son parcours. Telle salle sera exempte de ces inconvénients si sa hauteur n'est pas excessive, et la parole y deviendra un bourdonnement si la hauteur en devient très grande, le plan restant le même. C'est qu'alors, tandis que OA ne change pas, OR et RA deviennent beaucoup plus considérables. L'épure est d'ailleurs assez facile à faire, car vous devez voir que le risque d'écho est surtout pour les personnes les plus voisines de l'orateur, OA devenant alors minime. Il suffit donc de calculer sur une de ces places, en restant bien entendu assez en deçà de la limite pour n'avoir rien à craindre.

Telle est la théorie que M. Nénot a déduite de ses expériences, et dont je dois lui laisser le mérite, et il faut reconnaître que le succès lui a donné raison puisque dans cette très vaste salle l'orateur se fait entendre sans qu'on soit gêné par aucun écho. Un bon exemple vaut encore mieux que toutes les théories.

Cependant, dans cette grande salle (V. plus haut, fig. 667), M. Nénot n'a pas cru pouvoir pratiquer de fenêtres; la salle est seulement éclairée par des jours de plafonds, abondants et produisant une lumière diffuse. Pourquoi cette absence de fenêtres, alors que toutes les autres salles demi-circulaires de la

Sorbonne en sont pourvues? C'est que les vitrages répercutent le son d'une façon très sensible, et M. Nénot a craint cette répercussion. Sur les parois en maçonnerie, on peut au besoin réprimer un écho par l'application d'étoffes, des fenêtres ne le permettraient pas.

Vous voyez combien de difficultés créent ces très grandes salles. Je vous ai cité la plus grande de toutes, en raison même de ces difficultés et de l'étude très sérieuse qu'elles ont motivée, et que je ne fais que vous rapporter en en laissant tout le mérite à l'architecte qui a bien voulu m'en faire part.

Vous demanderez peut-être si je suis personnellement convaincu de la valeur de la théorie que je viens d'exposer. A vrai dire, je crains que non.

S'il est vrai que le son *répété* n'est perceptible qu'après un dixième de seconde, il faut presque autant craindre le son *prolongé*, tel que nous l'entendons dans les églises. Sans doute on ne perçoit pas deux fois la même articulation, mais le son se prolonge, s'estompe en quelque sorte, et la netteté de la parole la plus syllabique fait place au bourdonnement.

Je crois donc qu'il faut demander l'audition sinon au seul son direct, du moins au seul son renforcé par un réfléchissement immédiat. Et fort heureusement, le son qui a déjà parcouru de longues distances, qui s'est cogné à plusieurs parois, perdant de sa vigueur à chaque choc, finit par s'éteindre sans être gênant, si les parois ne sont pas trop répercutantes. C'est comme la bille de billard qui s'arrête forcément après avoir heurté plusieurs fois la bande.

S'il en est ainsi, il faut — et c'est là, je crois, la cause de la grande sonorité des théâtres antiques — que l'orateur soit près de surfaces répercutantes, qui donnent à sa voix un renforcement immédiat. Ce son ainsi déjà renforcé se dirige vers l'audi-

teur, empruntant encore sur son parcours quelque renforcement immédiat au sol, aux surfaces les plus voisines. Puis il arrive aux auditeurs lointains, plus mal placés pour percevoir le son direct, mais pour eux il se renforce du réfléchissement immédiat des parois près desquelles ces auditeurs sont placés, réfléchissement efficace à peu de distance, éteint pour l'auditeur éloigné.

Donc, avant tout le son direct, puis pour une proportion moindre le renforcement immédiat du son ; et quant aux longues circulations de sons réfléchis, aux promenades d'échos, mieux vaut s'en dispenser. Si, grande ou petite, une salle avait des parois vibrantes sous la moindre impulsion d'une onde sonore, comme une peau de tambour ou un gong japonais, on entendrait tellement qu'on n'entendrait rien du tout.

Et si vous voulez d'ailleurs être édifiés sur les incertitudes de l'acoustique, lisez le chapitre XI du livre de Ch. Garnier, *le Théâtre*. Vous ne le regretterez pas.

Et maintenant, croyez-vous que des formes de salles de cours puissent être arbitraires, qu'on puisse les faire rectangulaires ou semi-circulaires uniquement par préférence de goût ou parce qu'on serait séduit par une occasion d'étude d'un motif qu'on aimerait à traiter ? Non, n'est-ce pas ? A chaque enseignement convient une salle et non une autre ; cela se raisonne, et lorsque l'artiste a la conviction d'avoir composé la salle qui convient à l'enseignement déterminé qui la réclame, alors loyalement il l'étudie, il y met son goût et son talent. Mais qu'il ne se fasse pas dire : votre salle est charmante, mais l'enseignement y est impossible.

Lorsque la salle de cours n'est pas elle-même une dépendance ainsi que nous le verrons tout à l'heure et ne fait pas partie

d'un vaste ensemble scientifique, elle nécessite elle-même au moins quelques dépendances. Tout d'abord les accès : nous en avons déjà parlé. Du côté du professeur, il faut disposer au moins un cabinet avec lavabo, et une petite pièce pour l'appareilleur ou garçon de salle. Souvent il sera nécessaire d'avoir un dépôt d'objets d'enseignement, même pour les cours de lettres ou de mathématiques qui n'exigent pas les ensembles de laboratoires que nous verrons tout à l'heure. Ainsi pour les mathématiques il peut falloir des modèles de solides, des instruments; pour l'histoire et la géographie des dépôts de cartes et de globes, etc.

Du côté des auditeurs, il serait bien nécessaire d'avoir un vestiaire qui pût recevoir les effets mouillés, et tout ce dont on ne sait que faire dans une salle où l'espace est très resserré. Jusqu'ici les administrateurs n'ont pas accepté cette idée de vestiaires, dans la crainte des erreurs, des réclamations, du désordre peut-être. Il n'est pas douteux cependant qu'on s'y résoudra, et qu'on affranchira les salles de cours de tous ces dépôts qui les encombrent et les enlaidissent.

Telles sont à peu près les dépendances directes de la salle de cours.

Quant au chauffage, il est le plus souvent demandé à des calorifères à eau chaude ou à vapeur, avec répartition des surfaces de chauffe près des surfaces de refroidissement et introduction d'air pur, l'air vicié étant évacué par des gaines de ventilation dont le tirage est assuré soit par la combustion d'un ou de plusieurs brûleurs à gaz, soit par un ventilateur mécanique, généralement actionné par l'électricité.

Mais comme dans tout chauffage bien combiné, il ne suffit pas que la salle de cours elle-même soit chauffée, si ses accès immédiats ne le sont pas. Ainsi, vous disposez parfois dans vos plans une salle de cours ouvrant directement sur un por-

tique ouvert ; c'est-à-dire que la salle n'est séparée de l'air extérieur que par une porte. Dès lors, chaque fois que cette porte s'ouvre, c'est un engouffrement d'air froid qui entre d'autant plus violemment dans la salle que celle-ci est plus chauffée, et un grand nombre de places sont ainsi rendues impossibles. Sauf dans les pays méridionaux, les abords de la salle de cours doivent être clos et chauffés.

Depuis que l'enseignement supérieur s'est fait moins théâtral et plus pratique, à la salle de cours s'est superposée et parfois substituée la salle de conférences : en somme une petite salle de cours, mais intime, recevant un nombre restreint d'auditeurs sérieux qui travaillent avec les conseils du professeur. C'est en quelque sorte la *classe* de l'enseignement supérieur, et c'est là, il faut bien le dire, que se font les hautes études dans l'ordre littéraire et historique.

L'expression architecturale de la salle de conférences ne diffère donc pas de celles des classes que nous avons déjà vues, sauf que la place doit y être plus large, surtout pour l'histoire et la géographie. Le parquet ici est horizontal, la disposition de l'estrade et du tableau sont ce que nous avons déjà vu, l'éclairage est unilatéral ou bilatéral suivant les mêmes considérations que nous avons envisagées à propos des classes.

Les salles d'examen sont des salles de même nature, mais plus grandes. Il est bon que, pour les épreuves écrites, les candidats soient isolés chacun sur une petite table suffisamment éloignée des voisins. Le professeur qui préside aux épreuves se tient dans une chaire assez élevée pour bien voir et pouvoir surveiller la surveillance elle-même. Il faut compter près de 2^m 50 superficiels par candidat pour assurer le mieux possible la sincérité des épreuves.

Quant aux examens oraux, ils se passent dans des salles tout ordinaires; il s'y trouve toujours une partie publique; ici encore il faut un accès du public distinct de l'accès des examinateurs qui doivent trouver à proximité immédiate de la salle une pièce où ils puissent se retirer pour délibérer, et qui d'ailleurs leur servira aussi de vestiaire.

