

A. Questions

1. En acoustique géométrique, les facteurs qui nuisent à l'intelligibilité sont :

- Un retard important entre sons directs et sons réfléchis provenant d'une trop grande différence de parcours entre les chemins directs et réfléchis ($\Delta l > 12$ m pour la parole, $\Delta l > 15$ m pour la musique)
- La focalisation du son par des surfaces concaves
- Une mauvaise répartition des fréquences propres (acoustique ondulatoire provenant du mauvais choix des proportions de la salle (salle cubique ou sphérique par exemple)

En acoustique statistique, le facteur qui nuit à l'intelligibilité est un temps de réverbération trop long dû en particulier au choix des matériaux ou à un volume de salle trop important (hauteur de plafond excessive).

La correction après coup d'une salle est toujours difficile. On peut intervenir :

- sur les revêtements muraux (nature, importance)
- sur le mobilier (fauteuils rembourrés plutôt que chaises en bois)
- éventuellement par l'adjonction de panneaux réfléchissants ou absorbants.

Ces interventions nécessitent en général le recours aux conseils d'un acousticien.

2.

- le mur de fond de scène n'est pas plat : les parties latérales sont orientées vers le centre de la salle et renvoient le son vers l'assistance.
- La paroi du fond est convexe et renvoie le son vers les places situées sur les côtés.
- Les gradins à deux pentes offrent une bonne visibilité et par conséquent un bon accès au son direct pour l'ensemble de l'auditoire.
- Les réflexions sur les murs latéraux et sur celui du fond ont un temps de retard inférieur à 35 millisecondes, puisque leur différence de chemin est inférieure à 12 mètres.

3. Étudier les annexes 6.8 à 6.13. Dans la salle d'exercices :

- Absorption des graves : plafond acoustique, parois de carton / plâtre, les fenêtres fermées, les tables, les tableaux noirs, le public.
- Absorption des médiums : plafond acoustique, parois de carton / plâtre, sol de tapis feutre, le public (les rideaux).
- Absorption des aigus : plafond acoustique, sol de tapis feutre, les sièges, le public (les rideaux).

B. Problèmes

Problème 1 :

En mesurant sur le schéma les distances parcourues par les ondes sonores directes et réfléchies, puis en calculant les temps de retard des ondes sonores réfléchies par :

$$\Delta t = \frac{d_{\text{onde réfléchie}} - d_{\text{onde directe}}}{340 \text{ [m/s]}}$$

On obtient le tableau suivant :

	Premier rang		Dernier rang	
	Distance [m]	Δt [s]	Distance [m]	Δt [s]
Son direct	27,7	0	74,4	0
Réflexion par A'	28,8	0,003	78,9	0,013
Réflexion par A''	31,7	0,012	78,6	0,012

On constate donc que le retard maximal ne vaut que 13 millisecondes, ce qui est bien inférieur à la limite des 35 millisecondes qui ne doit pas être dépassée pour obtenir une bonne intelligibilité.

Problème 2 :

Étude en coupe du plafond d'une salle de conférence

Repérons les solutions de haut en bas par a, b, c, d et e.

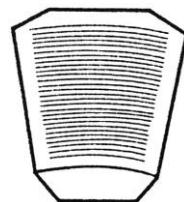
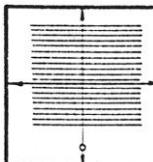
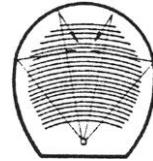
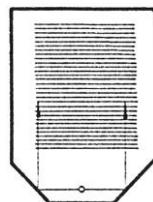
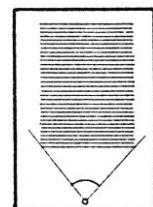
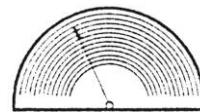
- La solution **d** est la plus mauvaise : le son réfléchi par le fond de la salle parvient au premier rang avec un retard supérieur à 35 millisecondes ($\Delta t > 12 \text{ m}$) pour une salle profonde.
- La solution **b** améliore cette situation en atténuant le son réfléchi.
- La solution **e** tire mieux parti de la réflexion en rabattant le son sur les derniers rangs, ce qui améliore le niveau sonore au fond de la salle.
- La solution **a** évite l'écho direct par le plafond plat au-dessus de l'orateur.
- La solution **c** offre la meilleure répartition sonore et offre en plus une bonne visibilité.

D'où l'ordre du plus mauvais au meilleur : d, b, e, a, c.

Problème 3 :

Étude en plan d'une salle de concert.

- 1) L'hémicycle assure la plus courte distance
Entre la source sonore et l'auditeur :
Bonne réception du son direct.
- 2) La distance de l'orateur au premier rang doit être choisie en tenant compte de la directivité de la source sonore (voix humaine par exemple).
- 3) Les murs latéraux placés derrière la source sonore doivent assurer une réflexion utile.
- 4) Les formes concaves qui conduisent à des focalisations du son et empêchent une répartition uniforme du niveau sonore doivent être évitées.
- 5) La formation de résonances et d'échos parasites dus à un mauvais choix des proportions de la salle ainsi qu'à la disposition parallèle des murs latéraux doivent être évités.
- 6) L'ensemble de ces considérations conduit à des plans semblables à celui présenté ci-contre.



Problème 4 :

En plan on remarque la forme concave de la salle qui peut donner lieu au phénomène de focalisation du son très défavorable au confort acoustique.

En coupe, on note la grande hauteur du plafond. Les ondes réfléchies par le plafond parcourront ainsi des distances supérieures à 60 mètres environ alors que les ondes directes ne parcourront que 30 mètres environ. Ces deux distances diffèrent de bien plus que 15 mètres ce qui est très néfaste à l'intelligibilité de la musique.



L'écho a été réduit en ajoutant des diffuseurs acoustiques en plastique et fibre de verre :

