NRC·CNRC

# NRC Publications Archive
# Archives des publications du CNRC

## La conception acoustique de salles destinées à la communication orale

Bradley, J. S.

For the publisher's version, please access the DOI link below./ Pour consulter la version de l'éditeur, utilisez le lien DOI ci-dessous.

**Publisher's version / Version de l'éditeur:**
https://doi.org/10.4224/40002898
*Solution constructive; no. 51, 2002-03-01*

**NRC Publications Archive Record / Notice des Archives des publications du CNRC :**
https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=fc147559-c230-43d4-88e0-05a058dea442
https://publications-cnrc.canada.ca/fra/voir/objet/?id=fc147559-c230-43d4-88e0-05a058dea442

Access and use of this website and the material on it are subject to the Terms and Conditions set forth at
https://nrc-publications.canada.ca/eng/copyright
READ THESE TERMS AND CONDITIONS CAREFULLY BEFORE USING THIS WEBSITE.

L'accès à ce site Web et l'utilisation de son contenu sont assujettis aux conditions présentées dans le site
https://publications-cnrc.canada.ca/fra/droits
LISEZ CES CONDITIONS ATTENTIVEMENT AVANT D'UTILISER CE SITE WEB.

**Questions?** Contact the NRC Publications Archive team at PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca. If you wish to email the authors directly, please see the first page of the publication for their contact information.

**Vous avez des questions?** Nous pouvons vous aider. Pour communiquer directement avec un auteur, consultez la première page de la revue dans laquelle son article a été publié afin de trouver ses coordonnées. Si vous n'arrivez pas à les repérer, communiquez avec nous à PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca.

National Research Council Canada | Conseil national de recherches Canada

Canada

CNRC · NRC

Solution constructive nº 51

# La conception acoustique de salles destinées à la communication orale

*par J.S. Bradley*

**Cet article traite des spécifications acoustiques permettant une communication orale détendue et précise, ainsi que des critères de conception pour des salles de taille différente. Nous abordons certains aspects propres à des types de salles et des auditoires particuliers.**

Les locaux destinés aux communications orales, tels que les salles de cours ou de réunion, ne sont souvent pas aménagés pour optimiser leur fonction première. Or, négliger les aspects acoustiques d'une salle d'audience ou de conseil par exemple, pourra résulter en des communications imparfaites dont les conséquences pécuniaires dépasseront largement les faibles coûts d'une conception acoustique correcte. De façon comparable, prendre de mauvaises décisions lors de la conception acoustique d'une salle de classe pourra nuire à l'apprentissage des enfants.

Dans ces salles, un bruit de fond excessif et une mauvaise acoustique peuvent réduire l'intelligibilité du discours. Comme auditeur, nous ne sommes pas conscients du risque d'éprouver des difficultés de compréhension, à cause de notre remarquable capacité à deviner le mot correct, en présence de bruit ou de réverbération. Nous ne réalisons que la communication était difficile que lorsque le bruit a cessé.

La nuisance du bruit et de la réverbération est généralement plus évidente lorsque nous écoutons un discours dans une langue seconde. Il est alors plus difficile de recourir au contexte pour deviner certains mots. Naturellement, une acoustique inadéquate et un bruit excessif affecteront davantage les malentendants ainsi que les personnes très jeunes ou très âgées, même d'audition normale. Ces personnes éprouvent plus de difficultés à associer le signifiant au signifié. Pour leur donner un accès égal à la communication orale, on devra donc leur offrir de meilleures conditions d'écoute.

Pour déterminer si une salle possède les conditions quasi-optimales pour la communication orale, on utilise des tests de reconnaissance de la parole, minutieusement contrôlés, au cours desquels on mesure le pourcentage de mots ou de syntagmes correctement compris. En dégageant quelles sont les caractéristiques acoustiques présentes dans ces conditions, nous pouvons alors déduire certaines directives de conception de salles destinées à la communication orale. Dans ce numéro, nous exposons des principes fondamentaux pour la conception de salles de cours, de réunion, de conférence ou d'audience, qui permettront une bonne communication orale. En revanche, lors de la conception de ces salles, ces conseils ne sauraient en aucune manière se substituer à ceux des experts en la matière qui permettent d'obtenir une communication orale de grande qualité.

## Principes fondamentaux

Plus la voix est forte par rapport aux bruits, plus elle sera intelligible. Nous appelons *bruit* tout son non désiré. Une catégorie évidente de bruit est celui émis par les appareils de chauffage, de ventilation et de climatisation. D'autres appareils, tels les projecteurs et ordinateurs, ainsi que les occupants de la salle émettent aussi du bruit non désiré qui nuira à la compréhension du discours.

construction

*Publié par*

Institut de recherche en construction IRC

*Tableau 1. Niveaux maximaux de bruit de fond et temps de réverbération optimaux ($T_R$) pour une bonne intelligibilité de la voix*

| Situations | Bruit maximum | | $T_R$ (s) |
|---|---|---|---|
| | dBA | NC | |
| Classe : école élémentaire<br>Salle de réunion : aînés | 30 | 23 | 0,5 |
| Salle d'audience | 30 | 23 | 0,5 |
| Classe : école secondaire<br>Salle de réunion générale | 35 | 28 | 0,7 |
| Grande salle de conférence | 30 | 23 | 0,7 |

On peut moduler la hauteur de la voix (le signal) en variant l'effort vocal jusqu'à la limite imposée par l'appareil vocal. Parler plus haut améliore le rapport signal-bruit et donc l'intelligibilité, mais, à la longue, peut causer une certaine fatigue vocale[1]. Pour accroître l'intelligibilité et prévenir une sollicitation excessive de la voix, il faut veiller à ce que le bruit de fond soit faible par rapport à la hauteur normale de la voix.

Lorsque nous écoutons un locuteur dans un endroit fermé, nous entendons une combinaison du son direct émis par ce dernier et des nombreuses réflexions de ce son. Autrement dit, le son se propage du locuteur à l'auditeur en empruntant différents chemins, au gré de ses réflexions sur différentes surfaces. Certains de ces sons réfléchis atteignent l'auditeur presque immédiatement après le son direct, mais d'autres peuvent se réverbérer dans la salle pendant une seconde ou plus. En règle générale, l'auditeur entend une combinaison de milliers de signaux vocaux ayant emprunté des chemins différents. Dans plusieurs situations, nous ne pourrions bien comprendre la voix sans l'énergie supplémentaire du son réfléchi.

Certains sons réfléchis sont très utiles car ils accroissent l'intelligibilité de la voix, et d'autres, les réflexions tardives, sont indésirables. Les sons d'un mot qui se sont réverbérés longtemps (plus de 0,05 s) après l'arrivée du son direct télescopent le mot qui suit, ce qui diminue l'intelligibilité. On peut considérer ces réflexions tardives comme une autre forme de bruit.

Dans certaines salles telles que les gymnases, où il y a de nombreuses réflexions tardives, les communications orales sont souvent difficiles.

Les réflexions immédiates sont en revanche très utiles, en particulier les sons réfléchis ayant emprunté des trajets plus courts qui sont captés moins de 0,05 s après le son direct. En effet, notre système auditif les intègre au son direct, ce qui hausse la voix et en accroît l'intelligibilité. Donc, pour optimiser l'intelligibilité du discours, nous devons, dans la mesure du possible, maximiser le son direct et les réflexions immédiates et minimiser les réflexions tardives et le bruit de fond.

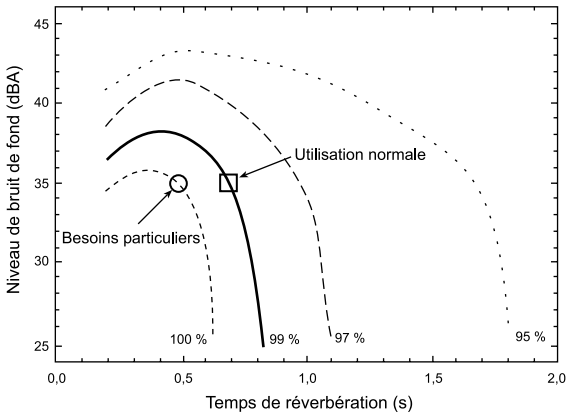



*Figure 1. Contours d'intelligibilité égale pour une pièce de 300 m³ en fonction des objectifs de conception.*

Nous appelons *rapport des sons utiles aux sons nuisibles* le quotient de l'énergie sonore directe et immédiate par l'énergie sonore des réflexions tardives et du bruit de fond. Ce rapport est lié aux mesures d'intelligibilité[2,3], ainsi qu'aux mesures plus complexes comme l'Indice de transmission de la parole STI (*Speech Transmission Index*) et sa version simplifiée, l'Indice rapide de transmission de la parole RASTI[4,5] (*Rapid speech Transmission Index*). (Voir l'encadré sur les termes d'acoustique.)

Ces mesures nécessitent des manipulations et des calculs complexes; c'est pourquoi nous utilisons comme critère de qualité acoustique d'une salle la mesure classique du temps de réverbération. En gros, le temps de réverbération, $T_R$, est le temps nécessaire pour qu'un son devienne inaudible après que sa source se soit tue. Il peut dépasser une seconde dans les grands locaux. Il augmente avec le volume de la salle et diminue lorsqu'on installe des matériaux absorbants. (Voir l'encadré sur l'absorption du son.) Le tableau 1 contient des exemples d'objectifs de conception pour le niveau de bruit de fond et le temps de réverbération.

La maximisation du rapport entre les sons immédiats et les sons tardifs et, donc, de l'intelligibilité est reliée à l'optimisation du temps de réverbération. Trop ou trop peu de réverbération nuira à l'intelligibilité. Dépendant des niveaux de bruit de fond et d'autres caractéristiques des salles, seule une fourchette réduite du temps de réverbération est souhaitable.

On peut voir sur la figure 1 les contours de la mesure d'intelligibilité, en fonction du niveau de bruit de fond et du temps de réverbération. Ils ont été tracés à partir d'études sur la parole dans plusieurs salles et de la mesure des rapports des sons utiles aux sons nuisibles[6]. Le contour de 99 % d'intelligibilité est utilisé comme objectif de conception pour un usage normal. Cet

## Quelques termes d'acoustique

**Critère NC (*Noise Criterion*) –** Indice, en décibel, du bruit émis par les systèmes de ventilation.

**Niveau acoustique pondéré A –** Mesure simple permettant d'évaluer la force sonore en unité dBA; sa valeur est plus élevée que celle de l'indice NC d'environ 7.

**Coefficient d'absorption acoustique –** Valeur entre 0 et 1 désignant la proportion du son incident absorbée par un matériau.

**Absorption acoustique moyenne (*SAA : Sound absorption average*) –** Coefficient d'absorption moyen dans les fréquences utilisées par la parole (il a supplanté le coefficient NRC).

**Absorption acoustique équivalente –** Produit du coefficient d'absorption et de l'aire (en $m^2$) du matériau absorbant.

**Temps de réverbération ($T_R$) –** Temps requis pour que le son devienne inaudible après que la source se soit tue. On l'évalue en mesurant la pente d'extinction du son et en l'extrapolant pour atteindre une atténuation de 60 dB. Plus une salle est vaste, plus le $T_R$ sera long. On peut le réduire en installant des matériaux absorbants.

**Indice de transmission de la parole (*STI : Speech transmission index*) –** Mesure de l'effet combiné du bruit de fond et de l'acoustique d'une salle sur l'intelligibilité des paroles. Il mesure comment le bruit de fond et l'acoustique d'une salle réduisent les fluctuations naturelles d'amplitude des sons de la voix.

**Indice rapide de transmission de la parole (*RASTI : Rapid Speech transmission index*) –** Version réduite de l'indice STI.

objectif ne correspond pas exactement à des conditions d'écoute complètement détendue, parce que les résultats sont obtenus à partir d'essais de voix au cours desquels les auditeurs font un effort, au point de suspendre leur respiration, pour entendre correctement chaque mot du test. Toutefois, un score moyen de 99 % pour un simple test d'intelligibilité constitue de très bonnes conditions pour une communication orale normale.

Ce contour de 99 % d'intelligibilité de la parole définit une gamme de combinaisons de niveaux de bruit de fond et de temps de réverbération pour le même score d'intelligibilité de la parole. Toutefois, pour diverses raisons pratiques, toutes les combinaisons ne sont pas également souhaitables. Le point marqué d'un carré constitue un objectif de conception souhaitable pour le temps de réverbération. Le même contour de 99 % indique que dans les salles où le temps de réverbération est plus long, le bruit de fond doit être beaucoup plus bas, ce qui pourrait être coûteux et difficile à réaliser. Un objectif de $T_R$ plus bas pour le même contour nécessiterait l'ajout de matériel absorbant pour un gain additionnel minime. On peut donc considérer que le temps de réverbération marqué par le carré est optimal, parce qu'il minimise à la fois l'installation de matériel isolant et la nécessité de réduire le bruit de fond.

Pour satisfaire certains besoins particuliers, on adoptera comme objectif de conception, le point marqué d'un cercle qui correspond à un temps de réverbération un peu plus court. Nous présenterons donc dans la partie suivante, deux séries de critères optimaux

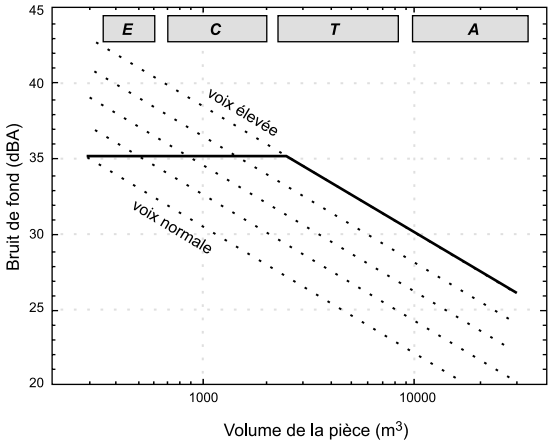



*Figure 2. Objectifs de bruit de fond maximum (ligne continue). (E = salles de classe, L = salles de conférence, T = théâtres, A = grands auditoriums).*

de temps de réverbération. Le premier est l'objectif de temps de réverbération pour une utilisation normale, considéré efficace du point de vue économique. Le second donne les temps de réverbération qu'il faudra choisir afin de satisfaire les besoins particuliers décrits dans la dernière partie de cet article.

## Bruit de fond et temps de réverbération recommandés

Nous avons déterminé le bruit de fond maximum et le temps de réverbération optimal pour des salles de dimensions variées, à partir de diagrammes analogues à ceux de la figure 1. Les figures 2 et 3 montrent respectivement les objectifs de conception pour l'intensité du bruit de fond maximum et ceux pour le temps de réverbération optimal.

La ligne continue de la figure 2 montre les objectifs de conception pour le niveau de bruit de fond maximum, en fonction des dimensions de la salle et différents degrés d'effort vocal. Les lignes diagonales pointillées montrent comment l'intelligibilité prévue décroît en fonction de l'augmentation du volume de la salle pour une hauteur donnée de la voix. Par exemple, pour une « voix normale » et un volume de 300 $m^3$, le bruit de fond ne doit pas dépasser 35 dBA (environ NC 28). Toutefois, pour que dans une salle de 1000 $m^3$ la même « voix normale » soit aussi intelligible, le bruit de fond ne devra pas dépasser 30 dBA (environ NC 23).

L'expérience nous enseigne que les locuteurs élèvent leur voix en présence de bruit et dans les grandes salles (cet effort s'appelle l'effet Lombard). La courbe de conception (ligne continue) traduit l'élévation graduelle de la voix du locuteur d'un niveau normal à « élevé », lorsque le volume de la salle augmente. Dans les salles plus petites que 2 000 $m^3$ (la plupart

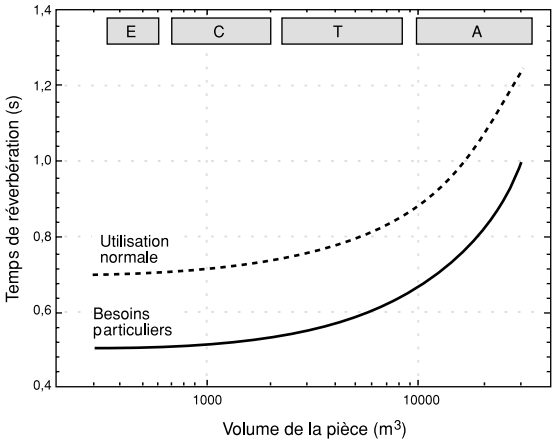



*Figure 3. Objectifs de conception pour le temps de réverbération aux fréquences moyennes (de 500 à 2000 Hz) (E = salles de classe, C = salles de conférence, T = théâtres, A = grands auditoriums).*

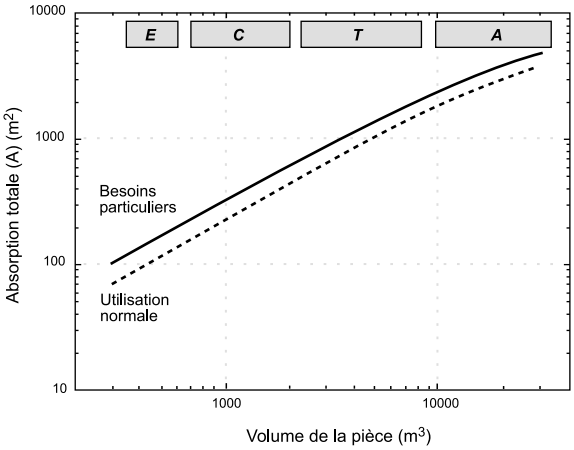



*Figure 4. Absorption totale, A (y compris celle des personnes) nécessaire pour satisfaire au critère de temps de réverbération. (E = salles de classe, C = salles de conférence, T = théâtres, A = grands auditoriums).*

des salles de cours ou de conférence), le même niveau de bruit de fond est acceptable, parce que l'on s'attend à ce que la voix monte jusqu'à ce qu'elle atteigne le « niveau élevé ». Ce niveau atteint, la ligne de conception se maintient au niveau de la « voix élevée », dans des salles plus grandes. La ligne continue de la figure 2 constitue, pour une communication orale non amplifiée, l'objectif de conception du niveau de bruit de fond dans les salles de dimensions variées. Naturellement, dans les salles plus grandes, accueillant plus de 100 auditeurs, on amplifiera la voix par des moyens électroniques.

Les mesures de la voix d'enseignants réalisées en classe indiquent que leur effort vocal moyen se situe à mi-chemin entre la voix « normale » et « élevée », bien que la classe typique n'occupe qu'un volume de 300 $m^3$. L'utilisation de la voix élevée pendant de longues périodes contribue à l'incidence élevée des déficiences vocales chez les enseignants[1]. Il est donc préférable de viser des niveaux de bruits permettant une intelligibilité quasi-parfaite, sans effort vocal supplémentaire de la part des locuteurs, pour toutes les salles de dimensions normales.

On peut voir à la figure 3 les objectifs de conception pour les fréquences moyennes (entre 500 et 2 000 Hz). Cette bande intermédiaire contient les fréquences les plus importantes pour le discours. Les critères de temps de réverbération varient avec le volume de la salle. La figure 3 présente les objectifs de conception pour l'utilisation normale et les besoins particuliers déjà présentés à la figure 1. Elle indique que dans les salles plus petites, un temps de réverbération de 0,7 seconde pour les fréquences moyennes est optimal lors d'une utilisation normale, mais qu'un temps aussi bas que 0,5 s est désirable dans certains cas. Même pour les grandes salles de conférence ou les théâtres, occupant quelques milliers de mètres cubes, on préconise des temps de réverbération à peine plus longs.

Il est souhaitable que les temps de réverbération aux fréquences basses ne soient pas plus longs, mais ils affectent moins l'intelligibilité des paroles, puisque la voix ne contient que peu d'énergie sonore aux basses fréquences. Les temps de réverbération aux fréquences hautes sont généralement plus courts qu'aux fréquences moyennes. À ces fréquences, l'absorption par l'air est plus grande et l'absorption par les matériaux poreux plus efficace.

Le temps de réverbération augmente avec le volume de la salle et diminue lorsque l'on installe des matériaux absorbants. L'encadré de la page 5 montre un exemple du calcul de la réduction du temps de réverbération d'une salle par l'installation de matériaux absorbants.

La figure 4 montre l'absorption acoustique nécessaire pour obtenir le temps de réverbération requis lors d'une utilisation normale et particulière. Ces valeurs d'absorption totales ont été calculées à partir de l'équation de réverbération de Sabine. (Voir l'exemple de calcul.) Bien que les deux courbes semblent identiques, il faut installer environ 40 % de matériaux absorbants de plus pour réduire le temps de réverbération à celui nécessaire aux besoins particuliers.

Puisque les gens jouent aussi un rôle d'absorption acoustique, il importe pour atteindre l'objectif de temps de réverbération, de considérer l'occupation de la salle lors de sa conception. La prévision de l'absorption sonore par chaque personne dans des salles prévues à divers usages est un processus compliqué et mal connu. La contribution de chaque personne à l'absorption du son

### *L'absorption acoustique*

Pour mesurer l'absorption acoustique d'un matériau, on utilise le coefficient d'absorption qui décrit la fraction absorbée du son incident. Selon leur épaisseur et leurs autres propriétés, les matériaux poreux (les matériaux au travers desquels on peut souffler de l'air), comme les tuiles acoustiques des plafonds, les tapis, les rideaux et les tentures absorbent mieux les sons aux fréquences intermédiaires et hautes. En règle générale, les panneaux minces et autres systèmes résonnants absorbent davantage les basses fréquences.

On calcule l'absorption efficace totale en faisant la somme des produits du coefficient d'absorption de chaque matériau par l'aire couverte. On peut utiliser le coefficient de réduction du bruit (NRC) ou l'absorption acoustique moyenne (SAA) pour les estimations simples.

**Calcul du temps de réverbération**

Le temps de réverbération ($T_R$) varie en fonction de l'aire équivalente à l'absorption totale et du volume de la salle. On peut utiliser l'équation du temps de réverbération de Sabine pour estimer rapidement l'absorption acoustique requise pour obtenir un temps de réverbération donné.

$$A = 0{,}161 \times \text{volume}/T_R,$$

où le volume est en $m^3$.

Par exemple, pour obtenir un temps de réverbération de 0,5 s, dans une pièce de 312 $m^3$, on devra installer 100 $m^2$ d'absorbant acoustique. Si l'absorption de chaque personne équivaut à 0,75 $m^2$, 25 personnes contribueront à 19 $m^2$ d'absorption. Donc 81 $m^2$ supplémentaires seront nécessaires pour atteindre l'objectif de TR = 0,5 s.

Pour atteindre l'objectif de $T_R$ = 0,7 s, seulement 72 $m^2$ de matériaux absorbants seront nécessaires ou, si 25 personnes sont dans la salle, seulement 53 $m^2$.

varie avec sa position et la disposition des sièges dans la salle. Les deux exemples suivants permettent, en pratique, d'effectuer des estimations pour différentes possibilités. Dans les pièces analogues aux salles de cours, où l'espace qui sépare les étudiants est grand, les auditeurs peuvent représenter chacun l'équivalent de 1 $m^2$ d'absorption aux fréquences moyennes. Si les mêmes personnes sont rapprochées, comme dans un théâtre, leur contribution individuelle tombera à 0,5 $m^2$ environ. Il faut inclure la prévision de l'absorption additionnelle par les occupants, dans les calculs des temps de réverbération.

## *Priorités et besoins particuliers*

La section précédente présentait les critères de bruit de fond maximum et de temps de réverbération optimal qui garantissaient une intelligibilité quasi-parfaite de la parole. Ces deux paramètres sont importants, mais le bruit de fond excessif constitue un problème plus sérieux. En effet, il est plus probable que le bruit de fond s'écarte des valeurs idéales que le temps de réverbération. Par exemple, les niveaux mesurés de bruit dans les salles de classe dépassent souvent de 10 dB ou plus[3] les valeurs recommandées à la figure 2, soit dix fois trop d'énergie sonore en bruit. Il est peu probable que le temps de réverbération puisse s'écarter des recommandations de la figure 3 d'autant. En outre, on peut voir sur la figure 1 qu'une faible aggravation du bruit nuira plus à l'intelligibilité qu'un temps de réverbération légèrement plus long. En effet, par rapport à l'objectif de conception, les contours d'intelligibilité sont plus rapprochés sur la verticale (en niveau de bruit de fond) que sur l'horizontale (en temps de réverbération). Il est donc particulièrement important de réduire le bruit de fond à un niveau acceptable.

À propos des tolérances, un dépassement de 3 dB de la valeur recommandée est considéré généralement comme une différence perceptible, alors qu'un dépassement de 5 dB correspond à une dégradation importante des conditions d'écoute. Dans la mesure du possible, on devrait viser un temps de réverbération situé entre les deux valeurs recommandées ou n'excédant pas cet intervalle de plus de 10 %.

Bien que les critères recommandés satisfassent aux besoins de la plupart des auditeurs, il existe de nombreux groupes particuliers auxquels on doit offrir de meilleures conditions d'audition pour atteindre la même intelligibilité. Pour offrir aux jeunes (moins de 11 ans) ou aux plus âgés dont l'audition est normale, et aux malentendants le même accès à la communication orale, on devra adopter des exigences plus strictes[7]. Les niveaux de bruits de fond devraient être inférieurs de 5 dB à ceux recommandés à la figure 2 et on devrait utiliser les critères pour le temps de réverbération minimum.

On devrait aussi tenir compte de ces considérations particulières pour certaines salles. Les salles utilisées pour les audioconférences ou les vidéoconférences sont conçues comme des studios d'enregistrement. En effet, les signaux vocaux captés par micros sont retransmis dans des lieux distants. La voix est transmise par un seul canal (en monophonie), ce qui réduit la capacité de l'auditeur éloigné de distinguer les paroles de la réverbération et du bruit, puisqu'il n'a plus les avantages habituels de l'audition binaurale. Pour une bonne acoustique, le bruit de fond des installations d'audioconférence et de vidéoconférence doit être inférieur d'au moins 5 dB aux recommandations de la figure 2 et leur temps de réverbération le plus court possible (de 0,3 à 0,4 s). Les locuteurs doivent faire face au microphone, se faire face et être très proches les uns des autres.

La géométrie des salles destinées à la communication orale et la disposition des matériaux absorbants doivent être compatibles avec la directivité de la voix humaine et la forme de communication pratiquée dans la salle. Dans une classe par exemple, le locuteur peut se déplacer un peu partout. Il sera dans certains cas au milieu de la salle, donc certains étudiants seront devant lui et les autres derrière. Il ne sera possible pour tous ces auditeurs de bien entendre que si le son est réfléchi correctement. Dans

les petites salles de réunions ou de cours il sera donc avantageux que la portion centrale du plafond réfléchisse le son. Tous les matériaux absorbants ajoutés devraient être distribués plus ou moins uniformément sur les autres surfaces.

Dans les salles de conférences, la position du locuteur est fixe. Les surfaces proches du conférencier devraient donc réfléchir le son et celles lui faisant face de l'autre côté de la salle être plus absorbantes. Il est généralement souhaitable que la partie centrale du plafond de ces salles réfléchisse le son. Dans les grandes salles de conférence et les théâtres, la conception géométrique des surfaces de la salle et la disposition des fauteuils doivent maximiser l'arrivée du son direct et des réflexions immédiates pour tous les auditeurs.

## Étapes du travail de l'acousticien

Lorsqu'il conçoit une salle destinée à la communication orale, un bon acousticien suivra les étapes suivantes :

**Déterminer les exigences acoustiques**
Aménagera-t-on la salle destinée à des conférences, avec un locuteur stationnaire? Ou bien pour une communication interactive comme dans certaines salles de cours ou de réunion? La salle accueillera-t-elle souvent des gens ayant des besoins acoustiques particuliers – personnes très jeunes ou très âgées ou encore malentendantes – qui demandent des conditions d'audition supérieures? (On devra installer pour les auditeurs affectés d'une déficience auditive grave, un système de transmission directe de la voix à leur dispositif d'écoute personnel.)

**Définir le niveau maximal du bruit**
On doit déterminer, à partir de la figure 2, le critère du niveau maximum du bruit de fond et le modifier pour répondre aux besoins des utilisateurs particuliers.

**Concevoir la salle pour satisfaire le critère du bruit de fond maximal**
On doit déterminer le critère du niveau du bruit de fond des systèmes mécaniques. Les cloisons de la salle doivent bloquer adéquatement les bruits perturbateurs de l'extérieur et des espaces adjacents.

**Choisir le critère du temps de réverbération**
On doit choisir à partir de la figure 3, l'objectif de conception du $T_R$. Si l'on prévoit des utilisations particulières, l'on devra utiliser la courbe inférieure (besoins particuliers).

**Évaluer le besoin total d'absorption sonore et la quantité de matériaux à installer**
La figure 4 donne une estimation simple de l'absorption acoustique totale requise. La connaissance de l'absorption sonore des différents produits et une estimation de l'absorption par le nombre prévu d'occupants est nécessaire pour calculer la quantité de matériaux absorbants supplémentaires requis.

**Analyser la disposition du matériel absorbant en fonction de la géométrie de la salle**
Dans les petites salles, on devrait installer le matériau absorbant uniformément sur les surfaces, mais éviter la portion centrale du plafond et les surfaces à proximité de la position du locuteur, comme les tribunes ou lutrins fixes. Dans les grandes salles, on devra tenir compte également de la géométrie et de la disposition des surfaces absorbantes.

## Résumé

Une bonne conception acoustique est essentielle dans les salles conçues pour la communication orale. Les dimensions et la forme d'une salle, l'intensité du bruit de fond ainsi que la quantité et la disposition des matériaux absorbants contribuent tous à l'intelligibilité de la communication orale. On devrait consulter un acousticien pour faire de la salle un environnement propice à la communication orale.

## Références

1. Urrutikoetxea, A., Ispizua, A. et Matellanes, F. Vocal pathology in teachers : a video-laryngostroboscopic study of 1,046 teachers. *Revue de laryngologie, otologie, rhinologie* 116 : 255–62, 1995.
2. Bradley, J. S. Predictors of speech intelligibility in rooms. *J. Acoust. Soc. Am.* 80 : 837–45, 1986.
3. Bradley, J. S. Speech intelligibility studies in classrooms. *J. Acoust. Soc. Am.* 80 : 846–54, 1986.
4. Bradley, J. S. Relationships among measures of speech intelligibility in rooms. *J. Aud. Eng. Soc.* 46 : 396–405, 1998.
5. Houtgast, T. et Steeneken, J. M. A review of the MTF concept in room acoustics and its use for estimating speech intelligibility in auditoria. *J. Acoust. Soc. Am.* 77 : 1069–77, 1985.
6. Bradley, J. S. *Uniform derivation of optimum conditions for speech in rooms.* Conseil national de recherches du Canada, BRN-239, 1985.
7. Elliot, L. L. Effects of noise on perception of speech by children and certain handicapped individuals. *Sound and Vibration* 16 : 10-14, 1982.

***J.S. Bradley, Ph.D.**, est agent de recherche principal du programme Environnement intérieur, à l'Institut de recherche en construction du Conseil national de recherches du Canada.*

© 2002
Conseil national de recherches du Canada
Mars 2002
ISSN 1206-1239

*« Solutions constructives » est une collection d'articles techniques renfermant de l'information pratique issue de récents travaux de recherche en construction.*

**Pour obtenir de plus amples renseignements, communiquer avec l'Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada, Ottawa K1A 0R6.**
**Téléphone : (613) 993-2607 Télécopieur : (613) 952-7673 Internet : http://www.nrc.ca/irc**