L'acoustique des salles au quotidien

En quoi l'acoustique des salles est-elle importante ?

Dans notre esprit, les produits d'acoustique des salles sont associés à la musique, aux salles de concert et aux occasions festives. Ces situations sont occasionnelles pour la plupart d'entre nous, et nous concernent donc assez peu.

Mais l'acoustique des salles a-t-elle une influence sur notre vie quotidienne ? Si oui, comment ressentons-nous les propriétés acoustiques de notre environnement ?

Nous entendons donc nous sommes !

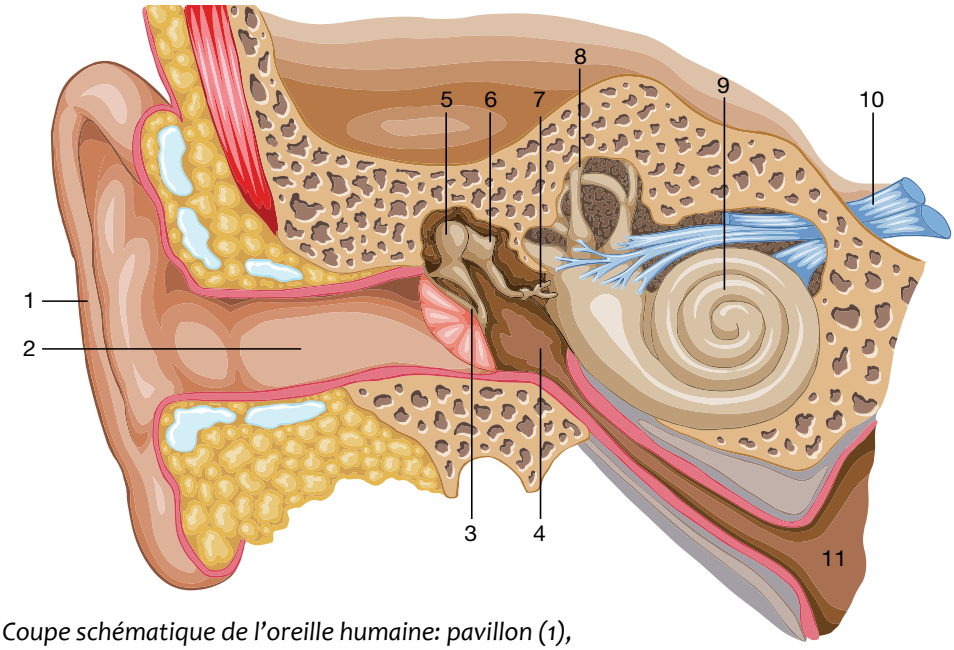
L'oreille est certainement l'organe sensoriel le plus important pour entrer en contact avec notre environnement, mais aussi le plus fragile et le plus sollicité. Si nous pouvons fermer les yeux, nos oreilles restent constamment ouvertes et réceptives aux perceptions acoustiques, même pendant notre sommeil. Une oreille saine est capable de percevoir le moindre changement acoustique, ne se fatigue jamais et nous avertit de bien des dangers.

Parallèlement, elle nous permet de communiquer avec notre environnement et surtout de dialoguer avec notre entourage. L'audition fait de nous des êtres sociaux.

Le fœtus perçoit très tôt les ondes sonores provenant de l'extérieur du ventre de sa mère. Il peut entendre et distinguer des voix dès le cinquième mois de son développement. À partir de cet instant, notre audition ne cesse de fonctionner jusqu'à notre mort. Il s'agit d'une fonction essentielle qui nous permet de communiquer avec les autres, mais aussi d'assurer notre sécurité. De même, l'audition influence fortement le vécu des expériences et l'humeur. Or, l'insouciance couramment manifestée vis-à-vis de l'audition et de l'acoustique des pièces prouve que l'importance d'une «bonne audition» reste largement sous-estimée.

Comment prenons-nous soin de nos sens ?

Nous protégeons nos yeux des sollicitations extrêmes par des lunettes de soleil. Nous flattons nos narines avec des parfums et senteurs agréables. Nous protégeons notre peau sous des vêtements. Nous offrons à nos papilles des boissons et des mets savoureux. Mais quelle attention accordons-nous à nos oreilles au quotidien ?



Coupe schématique de l'oreille humaine: pavillon (1), conduit auditif (2), tympan (3), oreille moyenne (4) avec les osselets, marteau (5), enclume (6), étrier (7), appareil de l'équilibre (8), limaçon (9), nerfs auditifs (10).

Comment fonctionne l'audition ?

Le monde des sons, des bruits, de la musique et du langage est accessible à l'homme par l'intermédiaire de son ouïe. Le système auditif humain comprend l'oreille externe, l'oreille moyenne, l'oreille interne, les voies auditives ainsi que les centres de traitement des stimuli auditifs situés dans l'encéphale et dans le tronc cérébral.

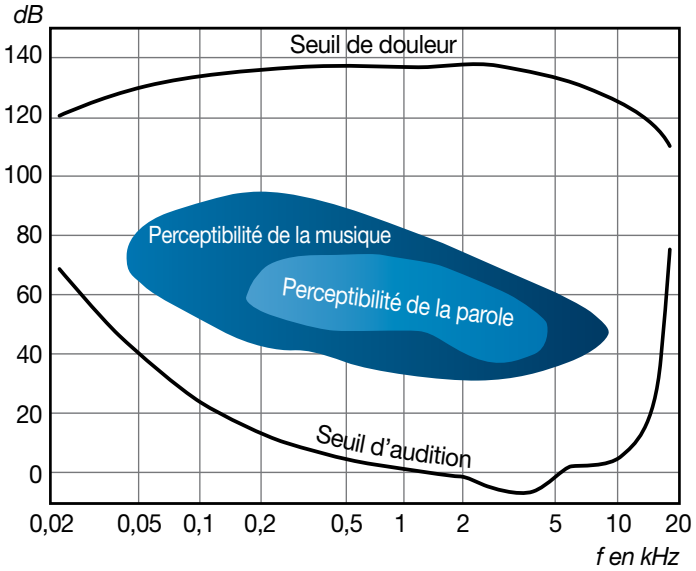
Les ondes sonores captées par les oreilles sont transformées en signaux qui sont transmis par les voies nerveuses au centre auditif du cerveau, où ils sont analysés et interprétés. Le système dans son ensemble est à la fois d'une extrême complexité et d'une haute précision. Sa structure et son mode d'action sont si compliqués qu'à ce jour, les chercheurs n'ont pas encore réussi à en élucider toutes les fonctions essentielles et à les expliquer en détail. La «conduction aérienne» désigne le mode de transmission des sons de l'oreille externe et moyenne jusqu'à l'oreille interne. Elle est complétée par ce qu'on appelle la «conduction osseuse». Comme le tympan, l'os crânien entre en vibration sous l'effet des ondes sonores émanant de l'environnement. La conduction osseuse ne joue pratiquement aucun rôle dans la perception des sons de la vie quotidienne, sauf pour l'audition de notre propre voix. En effet, chacun a déjà pu constater les effets de la conduction osseuse en écoutant un enregistrement de sa voix.

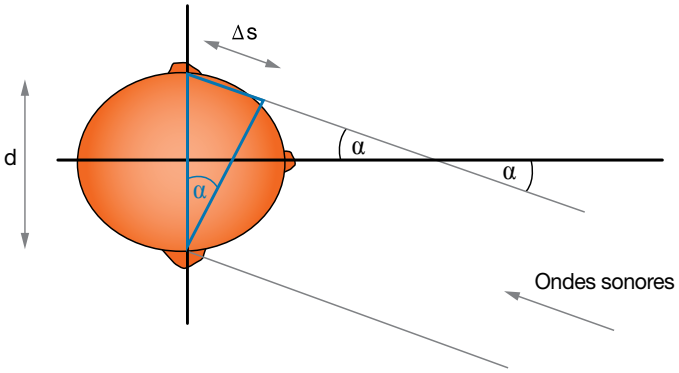
Qu'entendons-nous ?

L'oreille humaine peut uniquement percevoir les sons qui se situent dans une plage de fréquence et de niveau de pression acoustique déterminée, également appelée «champ auditif». Il est intéressant de noter que nous n'utilisons qu'une petite partie de ce champ auditif pour écouter des personnes parler, tandis que la musique en sollicite une zone un peu plus large. Le reste nous sert à nous orienter sous la forme d'un système qui surveille sans relâche notre environnement. Cette surveillance fonctionne en arrière-plan, 24 heures sur 24 et dans toutes les directions. Ainsi, lorsque nous percevons un bruit, nous concentrons notre attention et notre regard vers sa source.

D'où viennent les sons que nous entendons ?

Nous avons la capacité de percevoir, mais aussi de localiser les sons. Cette aptitude est le résultat de l'audition binaurale (c'est-àdire le fait d'entendre avec les deux oreilles).





La localisation d'une source sonore fonctionne selon les modèles suivants :

- Détermination de la direction d'incidence latérale de l'onde sonore :

  Le système auditif évalue la différence de temps de propagation (déphasage) et la différence de niveau entre les deux oreilles. Nous pouvons ainsi distinguer si le son vient de la gauche, de la droite ou de devant nous. Le déphasage interaural est l'élément essentiel nous permettant de localiser la source d'une onde sonore.

  En raison de la masse de la tête (d), le déphasage maximal est de 0,63 milliseconde seulement. La différence de temps la plus faible que nous puissions percevoir est de 0,03 milliseconde, ce qui correspond à une précision spatiale de 3° à 5°.

- Détermination de la direction d'incidence de l'onde sonore sur le plan médian :

  Le système auditif évalue les résonances de l'oreille externe. Nous pouvons ainsi distinguer si le son vient de l'avant, du haut, de l'arrière ou du bas – mais pas de la gauche ou de la droite.

- Distance de la source sonore :

  Le système auditif évalue le modèle de réflexion et le timbre, en se basant également sur les souvenirs.

Les deux premiers mécanismes permettent de déterminer l'angle selon lequel arrive l'onde sonore, alors que le dernier établit la distance.

Nous interprétons ce que nous entendons !

Le cerveau analyse les signaux qui lui parviennent par l'intermédiaire des oreilles et des voies nerveuses. Ce mécanisme se produit en grande partie au niveau du subconscient, qui filtre les informations importantes parmi les signaux. Seules ces informations arrivent à la conscience, où elles sont exploitées.

> Ce que nous entendons a un impact sur nous, notre humeur et notre comportement, nos décisions et nos relations.

Plus les signaux qui arrivent à notre cerveau sont clairs, plus il est facile de les filtrer et de les analyser. Au contraire, si ces signaux sont fortement perturbés, le cerveau devra déployer des efforts plus importants pour les décomposer.

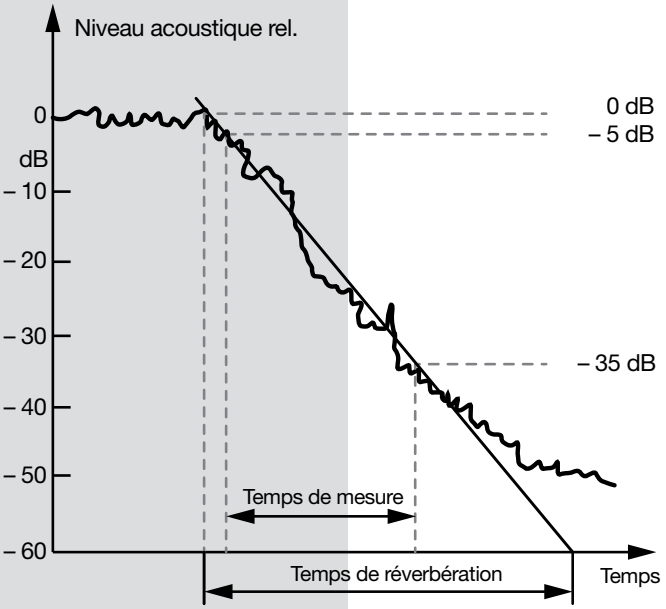
Nous sommes ce que nous entendons !

Ce que nous entendons a un impact sur nous, notre humeur et notre comportement, nos décisions et nos relations. Par exemple, nous pouvons décider de reporter nos vacances si nous entendons aux actualités que notre destination est en proie à une crise, ce qui a des répercussions sur notre moral. Ou nous ne parvenons pas à dormir car le voisin a des invités qui rient bruyamment sur le balcon. Le lendemain, nous n'adresserons qu'un bref salut à ce voisin dans l'escalier. Ces effets sont évidents, compréhensibles et bien connus. En revanche, il existe d'autres répercussions beaucoup plus subtiles dont nous n'avons souvent pas conscience.

L'impossibilité de surveiller correctement notre environnement peut générer un sentiment d'insécurité et de stress. Cela peut se produire dans une pièce dotée d'une isolation phonique trop performante qui nous empêche d'entendre les bruits extérieurs. Ou dans un lieu trop bruyant où nous ne pouvons pas percevoir ce qui se passe autour de nous. Dans notre subconscient, nous craignons de rencontrer un danger que nous aurions détecté trop tard. Cette situation génère un stress. Ce stress entraîne la sécrétion d'adrénaline, une hormone surrénale qui déclenche une réaction en chaîne dans le système végétatif aboutissant à une augmentation de la tension artérielle, de la glycémie et du tonus musculaire général. Ces facteurs de stress quotidiens sans objet précis suscitent une réaction physique à des dangers supposés.

Or, cet état ne trouvant pas sa conclusion naturelle dans la fuite ou le combat, il devient nocif.

Le temps de réverbération, symbolisé par T60, T, TR ou encore très souvent RT en anglais (pour Reverberation Time), est le paramètre le plus connu en acoustique architecturale. Sous ce terme, on définit l'intervalle de temps durant lequel la pression acoustique d'une salle diminue à un millième de sa valeur de régime établi, suite à l'arrêt de la source sonore. Cela représente une diminution du niveau sonore de 60 dB. Le temps de réverbération d'une salle est traditionnellement calculé pour chaque fréquence médiane d'un filtre en bande d'un tiers d'octave ou, de manière moins précise, en large bande.



Quel est le rapport avec l'acoustique des salles ?

Deux exemples éclairent ces propos :

Exemple 1 : salle de classe

Dans une salle de classe présentant une bonne acoustique avec un temps de réverbération de 0,3 à 0,5 seconde, on peut distinguer à peu près 90 % des syllabes. Un temps de réverbération trop élevé et / ou des conditions acoustiques moins favorables réduisent la proportion de syllabes intelligibles. Ainsi, avec un temps de réverbération de 1 seconde, on ne distingue plus que 70 % des syllabes environ. Pour que l'acoustique d'une salle soit considérée comme confortable, il faut être en mesure d'identifier 80 à 90 % des syllabes. En dessous de 60 %, toute communication raisonnable devient impossible. Si d'autres facteurs négatifs viennent s'ajouter (langue étrangère, distraction, etc.), la communication est alors pratiquement inenvisageable.

Comprenez-vous ce texte ?

Le ----de réverbération, symbo---- par T60, ----plement T, TR ou --core très sou---- RT en anglais (----------), est le paramètre -- plus connu en ---------stique architec------. Sous ce ter----, on définit l'inter------- de temps durant le------ la ----sion acoustique d'une salle dimi-- à un --llième de sa ----leur de régime --tabli, suite à l'arrêt de la ----rce sono---. Cela repré----- une diminution du --veau sonore de 60----.

À la lecture, ce texte est relativement compréhensible. Mais écouté à la vitesse d'un exposé oral et pendant trois heures de cours dans la même journée, il devient très difficile à saisir.

Il est intéressant d'effectuer la comparaison avec le même texte dont il manque 10 % des syllabes :

Le temps ---- réverbération, symboli-- par T60, T, TR ou encore très ---vent RT en anglais (pour -------ation Time), est le paramè----- le plus connu en acoustique architecturale. Sous ce ----me, on définit l'inter----- de temps durant lequel la pression acous-- d'une salle diminue à un mil----- de sa valeur de ré----- établi, suite à l'arrêt de la source ------nore. Cela représente une diminu--- du niveau sonore de 60 dB. Les enfants et les adolescents sont en pleine croissance; leur crâne, et donc leurs organes auditifs, sont soumis à des modifications constantes. De ce fait, les signaux que le cerveau doit analyser changent aussi, ce qui lui demande un travail supplémentaire. Les enfants et les adolescents qui doivent déployer des efforts importants pour suivre un cours oral deviennent au mieux agressifs, au pire éteints, et sont perçus comme tels! Une salle de classe dotée d'une bonne acoustique peut considérablement améliorer la productivité de 20 personnes. Quelle entreprise renoncerait à ce résultat pour quelques milliers de francs?

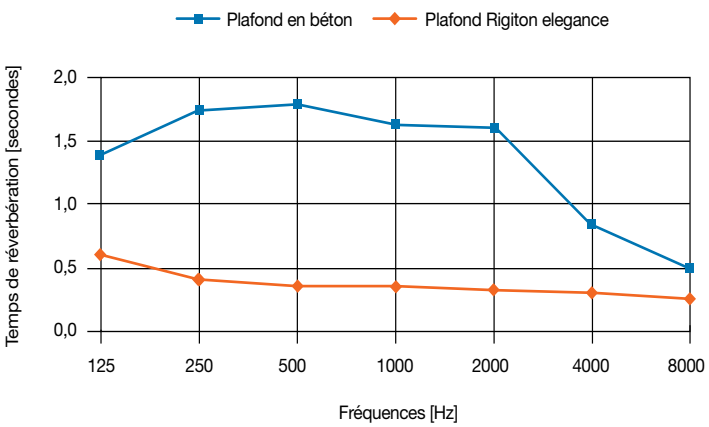
Exemple 2 : salle de conférence

Beaucoup de salles de conférence et de réunion sont aménagées de manière fonctionnelle (esthétique épurée, absence de sources de distraction) et offrent une lumière agréable. Cependant, les surfaces sont souvent constituées de matériaux durs d'un point de vue acoustique:

Dimensions d'une salle de réunion
(L x l x H 6,00 x 4,00 x 2,60 m)
Sol: parquet; plafond: béton recouvert de plâtre; murs extérieurs: brique recouverte d'un enduit; murs intérieurs: cloisons sur ossature en plâtre, et à cela viennent s'ajouter de grandes fenêtres et un mobilier composé d'une table en verre, six chaises en bois, un buffet bas et une bibliothèque en bois.
Sans mesures acoustiques, le temps de réverbération dans cette salle est d'environ 1,7 seconde. Lorsque quatre personnes se trouvent dans la pièce, la conversation devient très pénible, ce qui crée une atmosphère agressive.
À l'intérieur du cerveau, l'influence de l'encéphale diminue en raison de sa relative lenteur de traitement, et les modèles de décision schématiques du tronc cérébral sont utilisés en priorité. Ce phénomène est dû à une modification des schémas de libération de la sérotonine, à l'effet calmant, et de la noradrénaline, à l'effet stimulant, dans les parties concernées du cerveau.
Les participants à la réunion régissent plus vite: s'ils n'ont pas compris un point, ils ne demandent pas de précisions. Et ils répondent avec un taux d'erreur plus important. Dans un contexte de danger, les capacités d'évaluation de la situation de l'encéphale, souvent plus précises, seraient trop lentes à mobiliser.
Mais dans le cadre d'une réunion ne présentant aucun risque vital immédiat, ces facultés font cruellement défaut. Les autres participants sont alors perçus comme impulsifs et incompétents.
Quelles mesures architecturales pourraient améliorer cette situation? Dans la salle précédemment décrite, le plafond a été remplacé par une plaque ultra-acoustique Rigiton elegance (masquée au dos avec du non-tissé acoustique et isolant de 30 mm). Cette solution a réduit le temps de réverbération à environ 0,35 seconde, ce qui correspond au temps de réverbération optimal pour les salles de réunion. Les participants peuvent suivre les conversations avec un grand confort acoustique, y compris les personnes équipées d'appareils auditifs. Le stress acoustique a disparu.
Les comportements ne sont plus dominés par les instincts primaires, les discussions se déroulent et les décisions se prennent de manière posée et détendue.

Urs Petermann,
ingénieur diplômé
EPFL / SIA
PPLUS Sàrl, Neuchâtel

Temps de réverbération dans la salle de réunion



Sources:
1. Martina Kremer, Bergische Universität Wuppertal, ars auditus, Akustik-Gehör-Psychoakustik http://www.dasp.uni-wuppertal.de/index.php?id=57
2. Auditive Wahrnehmung http://de.wikipedia.org/wiki/Auditive_Wahrnehmung
3. Temps de réverbération http://fr.wikipedia.org/wiki/Temps_de_réverbération
4. Association suisse des personnes et entreprises spécialisées de la branche des prothèses auditives http://www.akustika.ch
5. Rigips Brochure Rigiton® elegance: La symbiose parfaite de l'acoustique des salles et du design des plafonds

MCADP MAIS C'EST AUSSI DU PLÂTRE!

LE PLÂTRE C'ÉTAIT AUSSI DES CONFETTIS!
On emploie sous le nom de confetti, une préparation mi-sucre et mi-plâtre, formant de petites dragées qui, projetées, se brisent en laissant une poussière inoffensive aussi bien pour la personne atteinte que pour ses vêtements. On le fabrique à l'aide d'un entonnoir. Le mot confetti signifie «dragées» en italien.
Le confetti en plâtre exista entre autres au Carnaval de Nice jusqu'au début des années 1950, il fut ensuite remplacé par le confetti en papier.

IL EST AINSI DÉCRIT EN 1888:
Les fêtes commencent par un défilé de chars, masques, mascarades, voitures décorées, et cela au milieu d'une bataille effrénée à laquelle toute la population prend part: la bataille des confettis.
Les confettis sont des boulettes de plâtre coloriées, de la grosseur d'un petit pois. Celui qui veut prendre part à la bataille emporte avec lui ses munitions et, le visage protégé par un grillage en fil de fer, la tête resserrée par un bonnet, armé d'une petite pelle qui sert à lancer les confettis, se jette bravement dans la mêlée; alors gare au premier qui l'attaque.