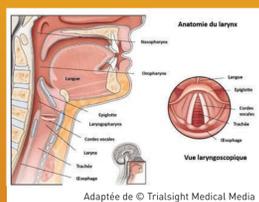


Ondes sonores

Les ondes sonores correspondent aux ondes acoustiques audibles par l'oreille humaine, qui les interprète comme des sons. De façon générale, elles se situent entre 20 et 20 000 Hz. Les ondes sonores sont à la fois caractérisées par leur intensité, exprimée en décibels (dB) et par leur timbre, qui est lié à la forme de l'onde. L'intensité d'un son peut être à l'origine de nuisances sonores : le seuil de douleur pour l'oreille humaine se situe aux environs de 130 dB.

À L'ORIGINE DE LA VOIX : LES CORDES VOCALES

La voix correspond à l'ensemble des sons produits par les frottements de l'air des poumons sur les replis du larynx (cordes vocales). La production de la voix peut être divisée en trois étapes : les poumons, les cordes vocales et l'articulation.



Adaptée de © Triasight Medical Media

Les poumons doivent fournir un flux d'air suffisant à la mise en vibration des cordes vocales. Elles peuvent alors modifier le débit et la pression de l'air, générant ainsi un son. Les muscles du larynx modulent la hauteur de ce son. Enfin, les éléments buccaux (langue, lèvres, palais) permettent l'articulation, soit le fractionnement du son en mots compréhensibles.

SILENCE ABSOLU

Les chambres anéchoïques (chambre sans échos) sont principalement utilisées pour réaliser des mesures complexes qui ne doivent pas être polluées par la réverbération du son sur les murs. Rester dans une telle chambre trop longtemps serait un réel supplice. En s'habituant au silence, l'oreille humaine devient plus sensible. Ainsi, on peut entendre les battements de son cœur, l'air passer dans nos poumons, le bruit de nos articulations en mouvement, ou encore le bruit de fond de nos oreilles, ce qui crée des vertiges et nous désoriente totalement.



Photo JPRoche, CC BY-SA 3.0

Le revêtement des murs de cette chambre absorbe 99,7% des sons ! L'IRCAM (Institut de Recherche et Coordination Acoustique/Musique), à Paris, possède une telle chambre et propose de la visiter.



Votre voix est plus aiguë que vous ne le pensez !

Lorsque vous parlez, vous entendez la somme de deux ondes sonores : celle transmise par voie aérienne jusqu'au tympan, et celle transmise par conduction osseuse, via les os du crâne, jusqu'à l'oreille interne. Or, les caractéristiques d'une onde dépendent du milieu dans lequel elle voyage, et les milieux solides sont plus favorables à la propagation des sons graves que l'air.

Votre entourage, quant à lui, ne perçoit que l'onde transmise par voie aérienne.

LE TIMBRE : LA PERSONNALITÉ DE CHAQUE INSTRUMENT

Le son du violon est langoureux, celui du hautbois un peu nasillard, quant au cor il joue d'un son... cuivré ! D'où vient cette différence de timbre perçue par l'auditeur ?

La hauteur d'un son, qui définit la note jouée : un do, un sol... n'explique pas toutes les qualités du son : **le timbre**, autrement dit la sonorité propre à chaque instrument, est un paramètre essentiel !

Voici à quoi ressemble l'enregistrement de **son timbré** produit par ces 3 instruments en fonction du temps.



On a représenté ici le son pur émis par un diatone.

Le son émis par un violon.

Le son d'un hautbois.

Et enfin, le son d'un cor.

À quoi est dû le timbre ? En fait, un instrument ne joue pas un son de fréquence « pure » : en jouant une note caractérisée par une fréquence f , il joue aussi d'autres fréquences, multiples de f : $2f$, $3f$ etc. : ce sont les harmoniques de la note fondamentale.



La production des harmoniques correspond, dans le cas d'une corde vibrante (ex. guitare, violon) aux différents modes de vibration de la corde.



En jouant un do grave, on fait entendre un do à l'octave supérieure, mais aussi un sol plus aigu, un mi etc.



La superposition des ondes de diverses fréquences conduit au son timbré de l'instrument.



En haut, décomposition en harmoniques du timbre du hautbois : plus la barre est haute et plus l'intensité sonore de l'harmonique est grande. En bas, le son « pur » d'un diatone (dénué d'harmoniques).

Or suivant l'instrument, certains harmoniques ne sont pas présents, et chaque harmonique joué est plus ou moins fort : ces différences expliquent la différence de timbre.

LE CHANT DES OISEAUX

Les animaux peuvent communiquer en émettant des vocalises. L'exemple le plus parlant (sans jeu de mot) est celui des oiseaux. D'une manière générale, l'oiseau babille, chante, gazouille, piaille, etc. Le piaillage est un appel bref, les oisillons piaillent pour réclamer la becquée. Le gazouillis est un petit chant. Le babillage est un chant répétitif. Les vocalises les plus complexes servent toujours aux préludes amoureux. Les autres sons servent à exprimer une menace, la peur, un appel, une demande ou à signaler son autorité sur un territoire.



Phoabay, © Creative Commons.

NUISANCES SONORES ET RÉGLEMENTATIONS

Au quotidien, les nuisances sonores peuvent être un vrai calvaire. Pour s'en protéger, des lois existent.

Au travail, l'exposition sonore est évaluée en fonction de deux paramètres :

A : L'exposition moyenne quotidienne (8 heures)

C : L'exposition instantanée

Moyens mis en place	Valeur A (en dB)	Valeur C (en dB)
Actions de prévention	80	135
Utilisation de matériel de protection	85	137
Valeur maximale autorisée (en prenant en compte l'atténuation du matériel de protection)	87	140

En ville, la loi du 31 décembre 1992 impose aux communes de maintenir un niveau sonore moyen inférieur à 60 dB.

Concernant les nuisances aéroportuaires, cette même loi instaure une taxe sur les aéroports en fonction de la gêne qu'ils occasionnent. Cette taxe sert de fonds d'aide aux riverains pour la mise en œuvre de dispositifs d'atténuation sonore.

Le coin du chercheur

Lorsqu'un son parvient à nos tympans, il se modifie en contournant notre tête et pénétrant dans nos oreilles. Pour synthétiser un son qui donne une perception parfaitement réaliste lors d'une écoute au casque (son binaural), il faut prendre en compte ces modifications par des calculs complexes. Au centre de mathématiques appliquées de l'École Polytechnique, l'équipe X-audio développe une méthode pour produire un son synthétique qui semble provenir d'un point précis de l'espace, en s'adaptant en temps réel à la position et l'orientation de l'auditeur. Dans quel but ? Guider un sportif aveugle en lui indiquant dans quelle direction foncer à rollers en toute sécurité !