



Matériel didactique

Phénomènes acoustiques (l'oreille)

Bases scientifiques et aperçu général

(Version août 2026)

Traduit et publié par :

Fondation SimplyScience

Conception :

Angela Bonetti (PH ZH)

Dr. Eva Kölbach (PH ZH)

Kirsten Kallinna (PH ZH)

Dr. Julia Arnold (PH FHNW)

Prof. Dr. Susanne Metzger (PH ZH / PH FHNW)



PÄDAGOGISCHE
HOCHSCHULE
ZÜRICH



Fachhochschule Nordwestschweiz
Pädagogische Hochschule



Bases scientifiques

Le son

Nous appelons « son » tout stimulus acoustique qui peut être entendu. La base de la science du son (**l'acoustique**) est l'étude **des vibrations et des ondes** : le son n'est rien d'autre qu'une onde (une vibration qui se propage). Les enfants peuvent également qualifier cette vibration de frémissement ou de tremblement. Pour produire un son, il faut un objet (**une source sonore**) qui peut vibrer (p. ex. corde de guitare, cordes vocales, diapason). La vibration produit alors un son audible. Pour que nous puissions entendre le son, il doit être transmis à nos oreilles. Pour que le son puisse se propager, il a toujours besoin d'un support. Cela signifie que la source sonore doit être en contact avec un **milieu**. Le milieu peut être un solide, mais aussi un liquide ou un gaz. Le milieu, par exemple l'air, se met alors lui-même à vibrer. L'air est comprimé par un objet qui oscille vers l'avant et se détend à nouveau lorsque l'objet oscille vers l'arrière. Il en résulte des variations de pression qui sont transmises par le milieu. Cela signifie également que nous ne pouvons rien entendre ou qu'aucun signal sonore ne peut être transmis s'il n'y a rien qui puisse vibrer entre la source et le récepteur du son. Dans le vide ou dans l'espace, aucun bruit ne peut donc être transporté ou perçu.

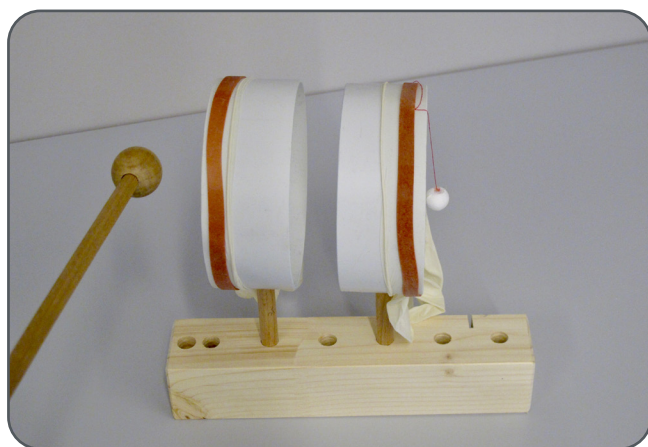


Illustration 1 : Expérience des tambourins.

La propagation du son permet également de faire vibrer un deuxième objet, si celui-ci possède un élément vibrant. Ce processus s'appelle **l'excitation**. Si l'on prend par exemple un dispositif expérimental comme celui de l'illustration 1, un coup sur la peau du premier tambourin la fait vibrer. Cette vibration se propage à

la peau du deuxième tambourin qui, à son tour, fait rebondir la balle. Au niveau primaire, on se contente d'observer et de reconnaître que la vibration (le son) se transmet d'un objet à l'autre. Pour notre système auditif, c'est la même chose : le son fait vibrer le tympan.

C'est l'amplitude qui détermine **le volume** d'un son : un son est d'autant plus fort que l'amplitude de la vibration de la source sonore est grande. Ce principe est clairement illustré avec le bricolage de la guitare (voir la séquence « Fort ou faible ? »). Plus on tire fort sur l'élastique, plus l'arc de vibration est grand (voir illustration 2). Le son est donc plus fort. Si l'on ne tire que légèrement sur l'élastique, celui-ci vibre moins, l'arc de vibration est plus petit et le son qui en résulte est également plus faible. Lorsqu'une « note » est jouée, le mouvement et donc l'amplitude maximale deviennent de plus en plus petits. Ainsi, le son devient de plus en plus faible au fil du temps, jusqu'à ce qu'il ne soit plus audible et que l'élastique ne bouge plus.

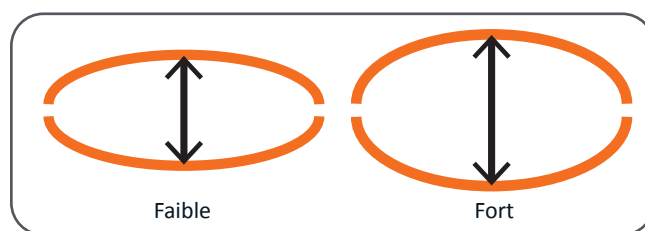


Illustration 2 : Arc de vibration pour les sons faibles et forts.

Nous pouvons observer un phénomène similaire avec la distance. Plus la distance entre la source sonore et l'auditeur augmente, plus le son devient faible. Cela s'explique par le fait qu'un signal sonore transporte de l'énergie. Au fur et à mesure que le son se propage dans l'air, cette énergie se disperse dans l'espace et la proportion qui atteint l'auditeur est de plus en plus petite : l'intensité sonore diminue donc avec la distance. En canalisant un son, et donc en minimisant la dispersion de l'énergie sonore, on peut augmenter la portée de ce son. Ce phénomène est utilisé par exemple par le mégaphone (voir la séquence « Ça fait du bruit ! »). Lorsqu'une personne parle normalement, le son se propage dans toutes les directions. En parlant dans un mégaphone, l'énergie sonore est canalisée et orientée dans une direction donnée. Le son est donc moins dispersé et paraît plus fort pour un auditeur situé en face



du mégaphone. Un cornet acoustique fonctionne sur le même principe, mais en sens inverse. Le son atteint d'abord la grande ouverture du cornet, puis est guidé et concentré dans la partie étroite proche de l'oreille. Des sons faibles peuvent ainsi être perçus comme plus forts, car l'énergie sonore est plus concentrée sur le tympan. L'utilisation d'un tube de diamètre constant est également une bonne manière de canaliser l'énergie sonore sur une longue distance, puisque l'énergie ne se disperse pas le long du tuyau.

On appelle « **champ sonore** » l'ensemble des ondes sonores présentes dans un lieu donné. Ce terme décrit comment le son se propage et se répartit dans l'espace autour de nous. C'est dans ce champ sonore que nos oreilles perçoivent les vibrations de l'air comme des sons et qu'on peut mesurer des propriétés des sons comme l'intensité sonore.

Le volume sonore est exprimé en décibels [dB]. Dans le langage spécialisé, on parle aussi de niveau de pression acoustique, car deux fréquences (sons) de même intensité ne sont pas forcément perçues comme aussi fortes, selon que notre système auditif y est sensible ou non. Le niveau de pression acoustique est donc la valeur mesurée objectivement, qui est également indiquée par un appareil de mesure. Le seuil d'audition, c'est-à-dire le volume sonore à partir duquel nous pouvons entendre quelque chose, est fixé à 0 dB. Le seuil de douleur pour les bruits forts se situe à environ 130 dB. Toutefois, le fait qu'un bruit soit considéré comme agréable ou désagréable dépend de nombreux facteurs. Les bruits pendant le repos, par exemple, sont très désagréables et nous y sommes sensibles.

La **hauteur du son** est quant à elle déterminée par la fréquence d'une vibration. La fréquence est définie comme le nombre d'oscillations par seconde, son unité étant le hertz [$1 \text{ Hz} = 1 / \text{s}$]. Un élastique fortement tendu bouge plus rapidement qu'un élastique moins tendu. En conséquence, l'élastique plus tendu a une fréquence plus élevée que l'élastique plus lâche. Un grand nombre d'oscillations par seconde (fréquence élevée) produit un son aigu, tandis qu'un faible nombre d'oscillations par seconde (fréquence basse) produit un son grave. Ainsi, avec le temps, le son de l'élastique devient non seulement plus faible, mais aussi plus grave.

Les signaux sonores qui sont plus graves que le stimulus sonore le plus grave audible par l'être humain sont

appelés infrasons. Cette plage s'étend de 0 à 16 Hz environ. Tous les stimuli sonores qui se situent au-dessus de la plage audible pour l'être humain sont appelés ultrasons. Cette plage commence à environ 20'000 Hz. Les jeunes en bonne santé entendent donc des signaux sonores entre 16 Hz et 20'000 Hz. Avec l'âge, la capacité auditive – et notamment la limite supérieure d'audition – diminue. À l'âge de 65 ans, celle-ci peut par exemple se situer à 6'000 Hz (au lieu de 20'000 Hz).

Le système auditif

Notre oreille comprend deux organes sensoriels proches, l'un pour l'audition et l'autre pour la perception de l'équilibre. Le système auditif est notre détecteur de sons et nous permet de percevoir le bruit du monde extérieur en convertissant les ondes sonores en informations que notre cerveau peut traiter. Le système auditif se compose de trois zones : l'oreille externe, l'oreille moyenne et l'oreille interne (illustration 3).

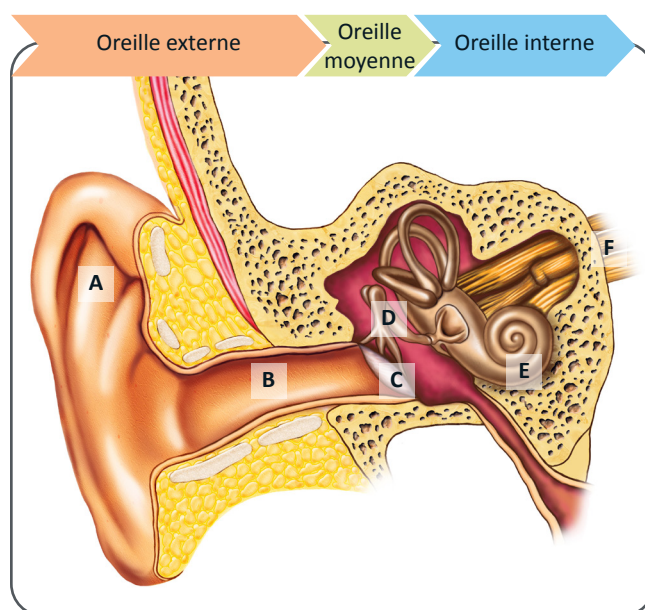


Illustration 3 : Structure de l'oreille humaine.
A = pavillon de l'oreille ; B = conduit auditif ; C = tympan ;
D = osselets ; E = cochlée ; F = nerf auditif
Adaptée de © Can Stock Photo Inc. / Andreus

L'**oreille externe** est la partie de l'oreille qui se trouve à l'extérieur du crâne et qui est bien visible de l'extérieur. Elle se compose du pavillon de l'oreille et d'une partie du conduit auditif. Le pavillon de l'oreille collecte les ondes sonores et les amène à l'entrée du conduit au-



ditif. Chez l'adulte, le conduit auditif mesure environ 3,5 cm de long et est légèrement incurvé en forme de « S ». Il conduit le son vers le tympan, qui sépare l'oreille externe de l'oreille moyenne. Le tympan est une membrane d'environ 0,7 mm d'épaisseur et d'une surface approximative de 0,9 cm².

L'**oreille moyenne** est un espace rempli d'air qui se trouve dans la boîte crânienne et qui est relié au pharynx par la trompe d'Eustache. On peut le remarquer par exemple dans un téléphérique, un avion ou dans d'autres situations similaires. Dans ces cas-là, le changement de pression externe doit être compensé en égalisant la pression interne de l'oreille moyenne. L'oreille moyenne est constituée de la cavité tympanique, dans laquelle se trouvent les osselets. Une fois que le tympan a été mis en mouvement par les vibrations du son (comme la peau d'un tambourin), les vibrations sont transmises aux osselets. Les osselets sont composés du marteau, de l'enclume et de l'étrier (dans cet ordre, de l'oreille externe à l'oreille interne). Pour le niveau primaire, il n'est pas nécessaire de les nommer. Grâce à un effet de levier, ces trois osselets augmentent le mouvement fin du tympan en un mouvement plus fort. Celui-ci est transmis à la cochlée dans l'oreille interne.

L'**oreille interne** se trouve dans le crâne et est entourée d'une capsule osseuse. Dans l'oreille interne, on trouve la cochlée, de la taille d'un petit pois en forme de spirale, comme une coquille d'escargot, qui est remplie de liquide. Le liquide est mis en mouvement par les mouvements des osselets. Ce liquide contient de fines cellules sensorielles qui sont activées par le mouvement. Chacune de ces cellules sensorielles n'est stimulée que par un certain spectre de fréquences. Par exemple, les cellules les plus proches de l'oreille moyenne réagissent aux hautes fréquences. Les cellules détectant les basses fréquences se trouvent vers la pointe de la cochlée. Lorsque les cellules sensorielles sont activées, elles envoient des signaux via le nerf auditif, qui prend naissance dans la cochlée, jusqu'au cerveau où sont traitées les informations auditives. En cas d'exposition trop importante, par exemple si l'on s'expose trop longtemps à des nuisances sonores, ces cellules sensorielles peuvent mourir. Ces cellules ne se régénèrent pas. Avec le temps (p. ex. avec l'âge), on ne peut alors plus entendre certaines fréquences ou correctement les distinguer les unes des autres. Les hautes fréquences sont généralement les plus touchées.

**Vue d'ensemble des contenus, expériences et modèles**

Séquence d'enseignement	Expérience / modèle	Brève description
Ça fait du bruit !	• Expériences d'introduction avec un ballon, une règle et un tambourin • Transmission du son dans un tube, transmission du son de tambourin à tambourin, transmission du son dans un cône	Travail par poste • Propriétés du son • Transmission du son
Le système auditif humain		• Dénomination des parties de l'oreille (externe, moyenne et interne)
Un modèle de notre système auditif	• Modèle de notre système auditif	• Fonctions du pavillon de l'oreille, du conduit auditif et du tympan
Fort ou faible ? Aigu ou grave ?	• Travail à l'aide du modèle • Expériences avec des élastiques	• Distance à une source sonore comme cause de « fort ou faible ? » • Force de vibration d'un élastique comme cause de « fort ou faible ? » • Vibration rapide – son aigu / vibration lente – son grave
Pollution sonore	• Journal d'écoute • Bruitomètre • Exemples de sons • Travail sur le modèle (système auditif)	• Nommer les bruits agréables et désagréables • Tester sa propre zone de perception auditive • Suis-je exposé·e à la pollution sonore ? • Dessiner sa propre échelle pour classer les niveaux sonores • Qu'en est-il lorsque je n'entends plus ? • Tester les possibilités de protection
Qu'est-ce que j'entends ? Qu'entendent-ils/elles ?	• Audiomètre • Textes sur les animaux	• Zone de perception auditive de différents animaux