

Boîte insonorisée

Fabriquez une boîte aussi insonorisée que possible.



90-120
minutes



Niveaux
6-12

DÉCOUVREZ 
SEMAINE DE L'INGÉNIEUR
DU 16 AU 22 FÉVRIER 2020

Introduction

Lorsque nous pensons au son dans une pièce, nous nous préoccupons souvent d'améliorer l'acoustique ; comment faire pour que la bande sonore d'un film, la musique d'un artiste ou la présentation d'un orateur soit clairement entendue. Nous pensons rarement à la façon d'empêcher le son de s'échapper d'un espace. Mais les gens qui regardent un film de l'autre côté du mur au cinéma ne souhaitent pas entendre votre film, et vice versa. Et les gens qui vivent près d'une salle de concert ne souhaitent pas entendre le groupe à minuit.

En fait, il existe de nombreuses situations où le travail des ingénieurs consiste à rendre un espace clos aussi insonorisé que possible. Les fabricants et les industries disposant d'équipements bruyants doivent limiter le bruit ; les chambres d'hôpital et les immeubles d'appartements sont également des espaces où l'objectif est d'empêcher le bruit de s'échapper et de déranger les personnes dans les pièces voisines. En plus, il existe des situations où la vie privée est primordiale et où personne à l'extérieur d'une pièce ne devrait entendre ce qui se dit à l'intérieur.

Les ingénieurs qui optimisent l'acoustique d'un espace, ainsi que ceux qui travaillent sur des projets visant à rendre le bruit fort tolérable ou sans danger pour l'oreille humaine, sont des ingénieurs acousticiens. Ils sont experts dans la réduction du bruit provenant de diverses sources, et ils travaillent à empêcher le son de s'échapper des espaces : ils savent comment faire pour qu'une pièce se comporte comme une boîte insonorisée.

L'unité de mesure de la puissance sonore est le décibels, (symbole dB). Le plus petit son que l'on peut entendre ; presque le silence ; est de 0 dB ; chaque 10 dB correspond à un son 10 fois plus fort. Un chuchotement égale à 15 dB, une conversation normale égale à 60 dB et un concert rock égale à 110 dB. Les sons supérieurs à 85 dB peuvent causer une perte auditive. Un décibelmètre mesure les sons en décibels.

De nombreux matériaux absorbent le son. Plus précisément, ils absorbent l'écho, ce qui atténue le son permet l'amélioration de l'acoustique d'une pièce. D'autres matériaux bloquent le son en l'empêchant d'entrer ou de sortir d'un espace. Les ingénieurs combinent souvent ces types de matériaux pour réduire au maximum les dB.

Matériels

PAR ÉQUIPE :

- Boîte en carton (même taille et épaisseur pour chaque équipe)
- Matériels isolants (feuilles de mousse de polystyrène, ouate de coton, carton, tissu épais, liège, âme en mousse et/ou vinyle). Emballage réutilisable et fournitures d'emballage.)
- Optionnel : restes de plexiglas et de tôles, et scie manuelle pour les couper (en compagnie d'un adulte)
- Ciseaux
- Ruban lourd, colle
- Règle
- Optionnel : Pistolet à colle (en compagnie d'un adulte)
- Crayons et papier pour dessiner et enregistrer les données d'essai

ÉQUIPEMENTS D'ESSAI :

- Haut-parleur Bluetooth
- Smartphone avec accès à la musique (à synchroniser avec le haut-parleur Bluetooth)
- Décibelmètre
- Une boîte non modifiée et non isolée (à utiliser comme contrôle)

Directives

Au cours de cette activité, les élèves fabriquent une boîte qui empêche au maximum le son de s'échapper de la boîte.

DÉFINIR LE PROBLÈME

- 1 Expliquez que les acousticiens utilisent des décibels pour mesurer et gérer le niveau sonore à l'intérieur d'un espace ou sortant de celui-ci. Aujourd'hui, nous réfléchissons à la manière d'empêcher le son de s'échapper d'un espace clos.
- 2 Demandez aux élèves de réfléchir aux situations au cours desquelles il serait important d'empêcher le son de s'échapper.
- 3 Donnez les caractéristiques aux élèves :
 - i. La boîte doit avoir les mêmes dimensions pour chaque groupe.
 - ii. La boîte doit se poser sur la même surface pour tous les groupes.
 - iii. Il faut laisser assez d'espace à l'intérieur de la boîte pour contenir le haut-parleur Bluetooth. (Les élèves peuvent décider de fabriquer une boîte fermée avec des rabats isolés ou un couvercle qui tient complètement l'enceinte ou une boîte avec un côté ouvert qui se renverse sur le dessus de l'enceinte).

RÉFLÉCHIR À DES SOLUTIONS

- 4 Divisez les élèves en équipes de 3 ou 4 et distribuez des boîtes, du papier, des crayons, des ciseaux, du ruban, de la colle et des règles. Montrez-leur la gamme de matériaux isolants.
- 5 Demandez aux équipes d'étudier le matériel disponible et de choisir celui qu'ils utiliseront. Dites-leur d'esquisser leurs idées.
- 6 Demandez aux équipes d'expérimenter avec leur matériel et d'affiner leurs croquis pour inclure les mesures et l'emplacement du matériel qu'ils ont décidé d'essayer. Si les élèves ne sont pas certains de la façon d'expérimenter, demandez à l'un d'eux de tenir le matériel contre son oreille pendant qu'un autre chuchote dans le matériel. Ils peuvent aussi appuyer le matériel contre un côté de la boîte et parler pendant qu'un autre élève a l'oreille contre l'autre côté de la boîte. Ils peuvent presser le matériel contre leurs oreilles et claquer des doigts pour voir à quel point le bruit les assourdit. (Veillez les avertir qu'il peut être très dangereux de faire des bruits forts dans l'oreille d'une autre personne et de ne pas plaisanter avec cela.)



Questions d'orientation ?

Quelle quantité de son s'échappe au niveau des coutures de la boîte ? Est-il préférable de retourner votre boîte par-dessus l'enceinte sur la table ou d'asseoir l'enceinte dans la boîte avec les rabats/ couvercles fermés ?

Que se passerait-il si vous remplissiez une plus grande partie de l'espace à l'intérieur de la boîte avec du matériel insonorisant ?

Quel pourrait être l'effet si vous laissiez des poches d'air entre les couches de matériel insonorisant ?

Quels autres matériaux pourraient aider à bloquer les ondes sonores ?

FABRIQUER ET ESSAYER

- 7** Demandez aux élèves de fabriquer leurs boîtes insonorisées. Assurez-les qu'après avoir testé leurs premières fabrications, ils peuvent l'améliorer en essayant différents matériaux et en les modifiant.

- 8** Placez le boîtier de commande non isolé sur l'enceinte. Jouez la chanson au niveau décibel que vous avez choisi pour le test. Placez le décibelmètre au-dessus de la boîte pendant 30 secondes et relevez la valeur maximale. Écrivez-la au tableau et dites aux élèves de la noter. Cette lecture est la base de référence par rapport à laquelle leur insonorisation sera évaluée.

- 9** Testez les fabrications des équipes une à la fois. Placez chaque boîte sur le haut-parleur. Pour normaliser le test, mettez le même morceau au même volume. Placez le décibelmètre au-dessus de la boîte pendant 30 secondes et relevez la valeur maximale.



ÉVALUER ET RECONCEVOIR

- 10** Demandez aux équipes d'examiner les modèles et les matériaux des autres équipes. Discutez des raisons pour lesquelles certaines boîtes étaient plus insonorisées que d'autres.

- 11** Renvoyez les équipes à la planche à dessin pour peaufiner les dessins ainsi que le matériel.

- 12** Effectuer un nouvel essai.

LIENS ENTRE LES SCIENCES ET LE GÉNIE

■ Les ondes sonores provoquent des vibrations dans l'air qui se propagent dans l'oreille et se transforment en vibrations fluides à l'intérieur de la cochlée, une structure remplie de liquide de l'oreille interne. La cochlée est divisée par une membrane sur laquelle reposent des cellules sensorielles ou des cellules ciliées qui chevauchent l'onde créée par les vibrations sonores. Lorsque les cellules ciliées bougent, elles se heurtent à des structures qui libèrent des substances chimiques qui, à leur tour, créent un signal électrique. C'est ce signal qui arrive au cerveau et traduit la vibration en un son que nous reconnaissons. Les sons supérieurs à 85 dB peuvent endommager et finalement tuer ces cellules ciliées, qui ne peuvent pas repousser.

■ Comment fonctionnent les compteurs décibels ? Ils calculent la pression des ondes sonores traversant l'air à partir d'une source sonore. Contrairement à une règle, qui est une échelle linéaire, les échelles de décibels sont logarithmiques, autrement dit, elles augmentent la puissance de dix. C'est pourquoi un son de 20 dB est 10 fois plus intense qu'un son de 10 dB. L'échelle des décibels est logarithmique parce que nos oreilles réagissent au son de la même façon : une intensité sonore dix fois plus élevée donne l'impression que le volume a doublé.

■ Des ingénieurs acousticiens sont embauchés pour réduire les bruits indésirables dans les bâtiments. Ils utilisent des matériaux insonorisés pour empêcher les ondes sonores de se propager d'une pièce à l'autre (ou de l'extérieur) et ils utilisent des matériaux absorbants le son pour réduire les échos qui rebondissent dans chaque pièce. Les matériaux lourds, denses et solides, comme les panneaux de gypse ou les blocs de béton, sont les meilleurs pour bloquer (isoler) le son parce qu'il est plus difficile pour les ondes sonores de vibrer à travers eux. Les matériaux souples, duveteux et poreux, comme les tapis ou le liège, sont les meilleurs absorbants acoustiques, car les ondes sonores ne se réfléchissent pas aussi facilement sur leurs petites poches d'air qu'elles ne le font sur des surfaces lisses.

■ Les ingénieurs doivent trouver des moyens pour réduire le bruit extérieur qui passe par les fenêtres dans les villes surpeuplées. Il peut être très fort dans les rues, et les fenêtres ordinaires ne réduisent pas vraiment les ondes sonores ; ces dernières passent à travers elles. Une approche consiste à utiliser un verre très épais qui ne vibre pas facilement. Une autre est d'utiliser des panneaux de verre en sandwich, avec un vide entre eux, pour que le son ne puisse pas faire vibrer les molécules d'air entre les panneaux.



dB

1-15	Silencieux
15-20	Calme
20-40	Chuchotement
40-60	Conversation normale
60-70	Aspirateur
70-90	Route fréquentée
90-100	Tondeuse à gazon
100+	Concert rock