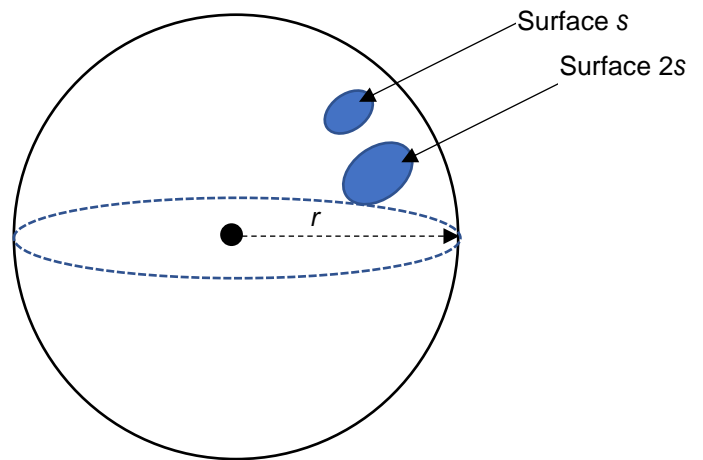


**Activité 1. Pourquoi un son est-il perçu moins fort quand on s'éloigne ?**

Le caractère fort ou faible d'un son perçu est lié à la puissance reçue sur le récepteur, c'est-à-dire l'énergie par unité de temps. Ainsi, si la puissance reçue par notre tympan augmente, on perçoit un son plus fort.

On modélise dans cette activité la propagation d'un son bref dans toutes les directions. On suppose que ce son est produit avec une puissance notée P_0 émise à l'endroit où se trouve la source (le point noir sur le schéma ci-contre).

Du fait de la conservation de l'énergie, cette puissance se trouve répartie sur une sphère de rayon r lorsque le son a parcouru la distance r . La puissance sonore est donc répartie sur une sphère de plus en plus grande, de surface $S = 4\pi r^2$ (schéma ci-contre).



1. On suppose qu'on reçoit, à un instant donné, une puissance P sur une surface s de cette sphère. Donner une expression de la puissance reçue P' au même instant sur surface deux fois plus grande.

Activité 1 – suite

Pourtant, deux personnes qui n'ont pas tout à faire la même taille de tympan, situées au même endroit, perçoivent deux intensités sonores identiques pour un même son, alors que la puissance reçue n'est pas la même...

La puissance n'est donc pas la bonne grandeur pour décrire la perception fort/faible !

En physique, on a donc dû créer une nouvelle grandeur pour rendre compte de cette sensation : c'est **l'intensité sonore** qui caractérise ce caractère fort ou faible **indépendamment de la surface du récepteur**.

Comme la puissance P reçue par une surface s est proportionnelle à cette surface s , on peut affirmer que $\frac{P}{s}$ est indépendante de la surface du récepteur. C'est l'expression de l'intensité sonore notée I .

2. Donner l'unité de I .
3. En considérant que la puissance P_0 est uniformément répartie sur la sphère de surface $S = 4\pi r^2$, exprimer l'intensité sonore « perçue » en n'importe quel point de la surface.
4. En déduire l'expression de l'intensité sonore du son en tout point distant de la distance r de la source.
5. Utiliser cette expression pour justifier qu'on parle d'*atténuation géométrique* du son.
6. Une source émet une onde sonore de puissance $P_0 = 2,0$ W dans toutes les directions. Calculer la valeur de l'intensité sonore à $r_1 = 2,0$ m de la source, puis à $r_2 = 4,0$ m de la source.

Pour aller plus loin :

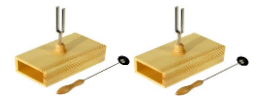
En utilisant le fait que l'intensité sonore sur la surface S est la même que l'intensité sonore sur toute la surface de la sphère, exprimer la puissance P en fonction de P_0 , s et r .



Activité 2. Deux sources doublent-elles notre perception ?

Lors du quiz, on a pu observer que lorsqu'on joue deux sons identiques, le son perçu est **légèrement plus fort mais pas deux fois plus fort**.

Pourtant, l'intensité sonore étant proportionnelle à la puissance, *deux sources d'intensité sonore I sont équivalentes à une source d'intensité sonore $2 \times I$* (les puissances s'additionnent). *L'intensité sonore ne rend donc pas compte de ce qu'on perçoit.*



Le niveau d'intensité sonore noté L est la grandeur physique qui modélise la manière dont notre oreille perçoit le caractère plus ou moins fort d'un son. Elle s'exprime en décibels (dB).

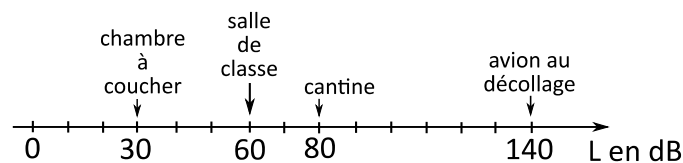
L'intensité sonore peut être vue comme la grandeur physique (directement liée à la puissance), alors que le niveau d'intensité sonore peut être vu comme la grandeur « physiologique ».

La relation entre le niveau d'intensité sonore L et l'intensité sonore I est : $L = 10 \log \frac{I}{I_0}$

où $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$: c'est l'intensité minimale audible (on parle de seuil d'audibilité).

Une intensité de $1 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ fixe le « seuil de la douleur », intensité au-delà de laquelle des dommages peuvent intervenir au niveau du tympan.

1. A l'aide de deux calculs et des propriétés de la fonction logarithme données ci-dessous, compléter l'échelle d'intensité acoustique ci-dessous en faisant figurer les seuils d'audibilité et de la douleur.



2. Calculer, sans calculatrice, le niveau d'intensité acoustique d'un son d'intensité $I=1,0 \times 10^{-3} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ (cas d'une discothèque).
3. Mesurer avec votre smartphone ou avec un sonomètre les niveaux d'intensité sonore correspondant aux situations suivantes :
 - a. Le silence le plus important possible dans la classe.
 - b. Travail de groupe.
 - c. Un diapason.
 - d. Deux diapasons.
4. Calculer l'intensité sonore correspondant au plus faible niveau d'intensité sonore mesuré dans la classe.
5. Retour sur le début de l'activité : montrer mathématiquement que lorsqu'on double l'intensité sonore, le niveau sonore augmente de 3 dB quelle que soit l'intensité sonore initiale, qu'on notera I_1 .

Quelques propriétés de la fonction logarithme...

- La fonction réciproque du logarithme est « 10^x » : $\log(10^x) = x$
Ainsi, si $\log(a) = 2$, alors $a = 10^2$
- $\log(ab) = \log(a) + \log(b)$
- $\log(a/b) = \log(a) - \log(b)$
- $\log(1) = 0$
- $\log(1/a) = -\log(a)$
- $\log(a^b) = b \times \log(a)$

**Activité 3. L'atténuation est-elle seulement due à la géométrie ?**

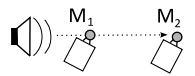
En plus de l'atténuation due à la propagation dans toutes les directions (qu'on appelle atténuation *géométrique*), une autre cause d'atténuation est responsable de la diminution de l'intensité : **l'absorption**, qui correspond à la perte d'énergie par dissipation au fur et à mesure de la propagation. On parle alors d'*atténuation par absorption*.

1. En utilisant le principe de conservation de l'énergie, indiquer une conséquence de cette absorption au sujet du milieu de propagation.
2. Proposer un dispositif expérimental qui permettrait de mettre en évidence cette atténuation par absorption seule (on pourra s'aider d'un schéma).

Activité 3 – suite

Pour quantifier le phénomène d'atténuation vu dans l'activité 1, on utilise une grandeur du même nom.

L'atténuation sonore (notée A) entre 2 points M_1 et M_2 est la différence de niveau d'intensité sonore entre M_1 et M_2 : $A = \dots\dots\dots$ A s'exprime en $\dots\dots\dots$ ($\dots\dots$)



3. Une source émet un son. À 2 m d'elle, le niveau d'intensité est $L_1 = 80$ dB.
 - a. Calculer la puissance sonore de la source.
 - b. En déduire l'intensité sonore à 4 m d'elle.
 - c. Calculer l'atténuation géométrique entre 2 m et 4 m.
4. Si on note I_1 et I_2 respectivement les intensités sonores en M_1 et M_2 , exprimer l'atténuation sonore entre M_1 et M_2 en fonction de I_1 et I_2 .

Pour aller plus loin...

Exprimer l'atténuation sonore entre un point situé à une distance d_1 de la source et un point situé à distance de la source ($d_2 > d_1$).