



Chapitre B1 – Atténuation d'une onde sonore



Se positionner

- 1 . Le son est une onde mécanique : ① VRAI ② FAUX
- 2 . La relation entre énergie et puissance est : ① $E = P$ ② $E = P \times \Delta t$ ③ $P = E \times \Delta t$
- 3 . L'unité de la puissance est ① le joule (J) ② le watt (W) ③ le watt-heure (Wh)
- 4 . L'unité de l'intensité sonore est ① le $W \cdot m^{-2}$ ② le dB ③ le hertz (Hz)
- 5 . L'unité du niveau d'intensité sonore est ① le $W \cdot m^{-2}$ ② le dB ③ le hertz (Hz)
- 6 . L'intensité sonore est liée à
 - ① l'amplitude de l'onde sonore ② la fréquence de l'onde sonore
 - ③ la vitesse de l'onde sonore ④ la distance qui nous sépare de la source

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

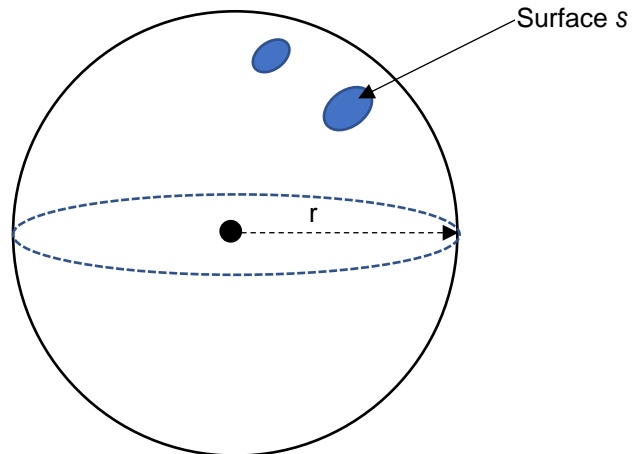
Le caractère fort ou faible d'un son perçu est lié à la puissance reçue sur le récepteur (l'énergie par unité de temps). Par exemple si la puissance reçue par notre tympan augmente, on perçoit un son plus fort.

1. Si on double la surface du récepteur, comment évolue la puissance reçue ?

Pourtant, deux personnes qui n'ont pas tout à faire la même taille de tympan, situées au même endroit, ne perçoivent pas deux intensités sonores différentes pour un même son... La puissance n'est donc pas la bonne grandeur pour rendre compte de la perception fort/faible.

L'intensité sonore est une grandeur qui a été créée pour caractériser ce caractère fort ou faible indépendamment de la surface du récepteur.

2. En conséquence, proposer une expression pour l'intensité sonore correspondant à une puissance P reçue par une surface s : on cherche donc une grandeur indépendante de la surface du récepteur (on pourra aussi s'aider de l'unité connue pour l'intensité)
3. Une source émet une onde sonore de puissance $P = 2,0 \text{ W}$ dans toutes les directions. Cette puissance est répartie sur la totalité de la surface de la sphère de rayon r . Calculer la valeur de l'intensité sonore à $r_1 = 2,0 \text{ m}$ de la source, puis à $r_2 = 4,0 \text{ m}$ de la source.
Donnée : aire d'une sphère de rayon r : $4\pi r^2$.



On note s la surface d'un récepteur et P la puissance reçue par ce récepteur.

On appelle P_0 la puissance de la source sonore qu'on suppose émettre dans toutes les directions autour d'elle.

Lors de la propagation du son, la puissance sonore est donc répartie sur une sphère de plus en plus grande, de surface $S = 4\pi r^2$ si r est la distance entre la source et l'endroit où on considère que le son est parvenu (schéma ci-contre).

4. a) En notant P la puissance reçue par la surface s , exprimer l'intensité sonore « perçue » par la surface s .
- b) En considérant que la puissance est uniformément répartie sur la sphère, exprimer l'intensité sonore « perçue » en n'importe quel point de la surface.
- c) En utilisant le fait que les deux intensités précédentes sont égales (car indépendantes de la surface), en déduire l'expression de P en fonction de P_0 , s et r .
- d) En déduire l'expression de l'intensité sonore du son en tout point distant de la distance r de la source.
- e) Utiliser cette expression pour justifier qu'on parle d'atténuation géométrique du son.



Activité 2. Une grandeur physique plus adaptée pour décrire nos perceptions : le niveau d'intensité sonore

On dispose de deux diapasons identiques. Le premier diapason est frappé. Peu après, le second diapason est frappé de la même façon. **Quel changement de perception auditive ?**



	Prévision	Après expérience
le son est deux fois plus fort	1 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
le son est légèrement plus fort	2 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
le son est plus faible	3 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
rien ne change	4 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Après écoute, remplir la case correspondant à votre perception dans la colonne de droite.
Écrire une phrase de conclusion.

Activité 2 – suite

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

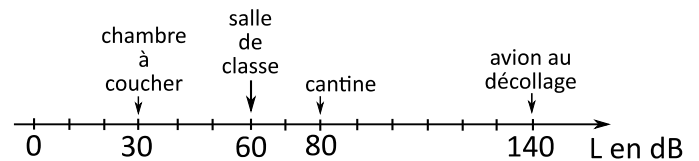
Le niveau d'intensité sonore noté L est la grandeur physique qui s'exprime en décibels (dB) et qui modélise la manière dont notre oreille perçoit le caractère plus ou moins fort d'un son.

Si l'intensité sonore peut être vue comme la grandeur physique, le niveau d'intensité sonore peut être vu comme la grandeur « physiologique ».

La relation entre le niveau d'intensité sonore et l'intensité sonore est :
où $I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$: c'est l'intensité minimale audible (seuil d'audibilité).



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



- Compléter l'échelle d'intensité acoustique ci-dessous en faisant figurer les seuils d'audibilité et de la douleur.
- Calculer, sans calculatrice, le niveau d'intensité acoustique d'un son d'intensité $I = 10^{-3} \text{ W/m}^2$ (cas d'une discothèque).
- Mesurer avec votre smartphone ou avec un sonomètre les niveaux d'intensité sonore correspondant aux situations suivantes :
 - le silence le plus important possible dans la classe.
 - Travail de groupe.
 - Un seul haut-parleur en marche.
 - Deux haut-parleurs en marche émettant le même son.
- Calculer l'intensité sonore correspondant au plus faible niveau d'intensité sonore mesuré dans la classe.
- Montrer mathématiquement que lorsqu'on double l'intensité sonore (comme au début de l'activité), le niveau sonore augmente de 3 dB quelle que soit l'intensité sonore initiale, qu'on notera I_0 .
- Interpréter alors l'impression auditive ressentie lorsqu'on branche un second haut-parleur.

Quelques propriétés de la fonction logarithme...
La fonction \log a quelques propriétés particulières :
 $\log(10^x) = x$
Sa fonction réciproque est « 10^x » :
par exemple si $\log(a) = 2$, alors $a = 10^2$
 $\log(ab) = \log(a) + \log(b)$; $\log(a/b) = \log(a) - \log(b)$
 $\log(1) = 0$

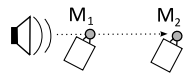
**Activité 3. L'atténuation, c'est seulement dû à la géométrie ?**

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).

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, puis entre 2 m et une distance x quelconque.
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 .