



Chapitre B1 – Atténuation d'une onde sonore



Se positionner

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

Activité 1. Pourquoi un son est-il perçu moins fort lorsqu'on s'éloigne de la source ?

Le caractère fort ou faible d'un son perçu est lié à la puissance reçue sur le récepteur, par exemple le tympan pour notre oreille.

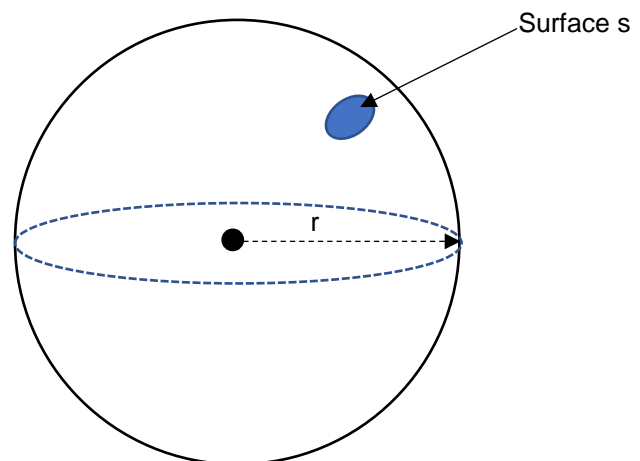
L'intensité sonore est une grandeur qui a été créée pour caractériser ce caractère fort ou faible indépendamment de la surface du récepteur.

- Si on double la surface du récepteur, comment évolue la puissance reçue ?
- En conséquence, proposer une expression pour l'intensité sonore correspondant à une puissance P reçue par une surface s (on pourra s'aider de l'unité connue pour l'intensité).
- Une source émet une onde sonore de puissance 2,0 W dans toutes les directions. Calculer la valeur de l'intensité sonore à $d_1 = 2,0$ m de la source, puis à $d_2 = 4,0$ m de la source.
Donnée : aire d'une sphère de rayon r : $4\pi r^2$.

On appelle s la surface du 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).



- En considérant que la puissance est uniformément répartie sur la sphère, exprimer la puissance P reçue par la surface s en fonction de P_0 , s et r .
- En déduire l'expression de l'intensité sonore du son sur la surface S .
- Utiliser cette expression pour justifier qu'on parle d'atténuation géométrique du son.

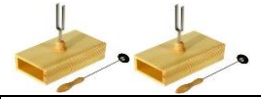
En plus de l'atténuation géométrique, une autre cause d'atténuation est responsable de la diminution de l'intensité : **l'atténuation par absorption**, qui correspond à la perte d'énergie par dissipation au fur et à mesure de la propagation.

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



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"/>

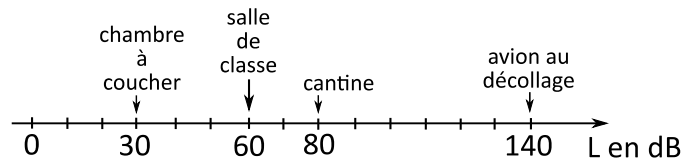
Pourtant, l'intensité sonore étant proportionnelle à la puissance, *deux sources d'intensité sonore I sont équivalentes à une source d'intensité sonore $2 \times I$. Elle ne rend donc pas compte de ce qu'on perçoit.*

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 (voir modèle) :

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.



1. 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 $I=10^{-3} \text{ W/m}^2$ (cas d'une discothèque).
3. Mesurer avec votre smartphone ou avec un sonomètre le plus faible niveau d'intensité sonore possible dans la classe. Calculer l'intensité sonore correspondante.
4. Montrer que lorsqu'on double l'intensité sonore (par exemple comme dans le cas des deux diapasons ou en branchant un deuxième haut-parleur alimenté de la même façon que le premier), le niveau sonore augmente de 3 dB quelle que soit l'intensité sonore initiale, qu'on notera I_0 .
5. 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 $a = 10^2$

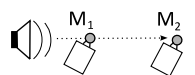
$$\log(ab) = \log(a) + \log(b) ; \log(a/b) = \log(a) - \log(b)$$

$$\log(1) = 0$$

Activité 3. Retour sur l'atténuation

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 $\dots\dots\dots$ (.....)



On rappelle qu'il existe 2 types d'atténuation, l'**atténuation géométrique**, liée uniquement au fait que l'énergie se répartit sur une surface plus grande, et l'**atténuation par absorption**, liée au milieu de propagation du son entre M_1 et M_2 .

1. Proposer une expérience utilisant un sonomètre ou un smartphone qui permet d'illustrer chacune des atténuations.
2. Une source émet un son. À 2 m d'elle, le niveau d'intensité est $L_1 = 80 \text{ dB}$.
 - 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.
3. 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 .