



Chapitre 1 – Atténuation d'une onde sonore



Se positionner

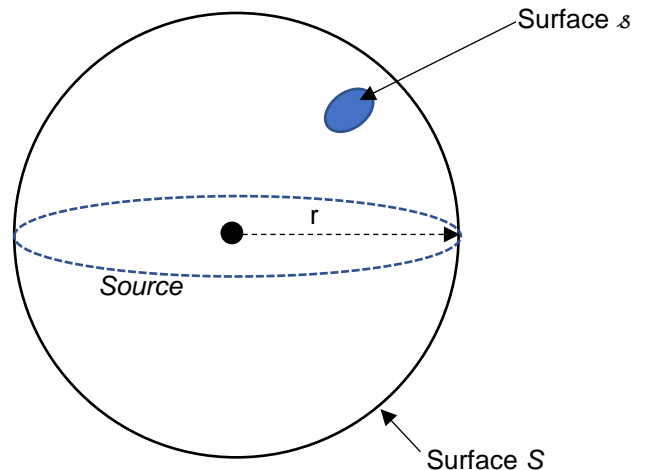
- Le son est une onde mécanique : ① VRAI ② FAUX
- La relation entre énergie et puissance est : ① $E = P$ ② $E = P \times \Delta t$ ③ $P = E \times \Delta t$
- L'unité de la puissance est ① le joule (J) ② le watt (W) ③ le watt-heure (Wh)
- L'unité de l'intensité sonore est ① le $W \cdot m^{-2}$ ② le dB 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. Quel lien entre puissance et surface ?

On modélise 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.

On suppose que le son a parcouru une distance r et on peut le percevoir en n'importe quel point de la sphère de rayon r (schéma ci-contre).

- En utilisant la conservation de l'énergie, indiquer quelle est la puissance répartie sur la sphère de surface S .
- On place un récepteur de surface s sur la sphère (voir schéma), quelle fraction de la surface S représente-t-il ?
- Quelle est la puissance reçue par cette surface s ?
- En déduire ce que devient la puissance reçue par le récepteur si on double sa surface.



Activité 2. Pourquoi l'intensité sonore ?

Un enfant et un adulte placés à la même distance d'une source sonore. Le tympan de l'adulte reçoit une puissance de 10^{-8} W et a une surface de 60 mm^2 . Le tympan de l'enfant qui a une surface de 30 mm^2 reçoit une puissance P_e et. Le son reçu par chacune des deux personnes est aussi fort pour l'une que pour l'autre.

- En utilisant l'activité 1, calculer la puissance reçue par le tympan de l'enfant.
- Indiquer pourquoi la puissance sonore est insuffisante pour dire que la perception est la même.

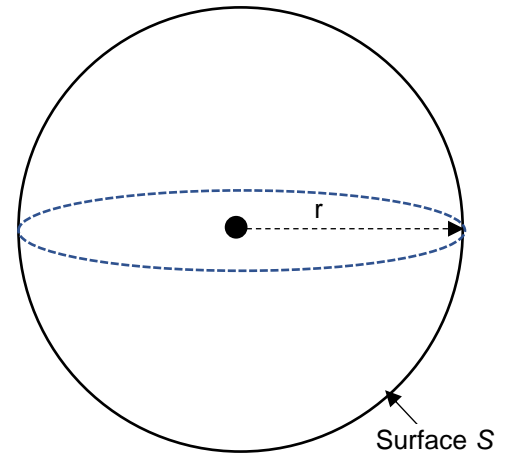
L'intensité sonore est une grandeur qui a été créée pour caractériser ce caractère fort ou faible indépendamment de la surface du récepteur. Lire le paragraphe 1 du modèle.

- A partir du modèle, calculer l'intensité sonore pour chacun des deux personnages. On rappelle que $1 \text{ mm}^2 = 10^{-6} \text{ m}^2$.
- En déduire l'ensemble des positions que peut occuper une troisième personne pour qu'elle perçoive la même chose.

**Activité 3. Pourquoi un son est-il perçu moins fort quand on s'éloigne ?**

On modélise 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.

1. Exprimer l'intensité sonore « perçue » en n'importe quel point de la sphère de surface $S = 4\pi r^2$.
2. D'après votre expérience personnelle, comment évolue l'intensité sonore quand on s'éloigne de la source ?
3. Montrer que l'expression trouvée dans la question 1 permet de rendre compte de votre expérience ?
4. Justifier qu'on parle d'*atténuation géométrique* du son.
5. Une source émet une onde sonore de puissance $P_0 = 1,0 \text{ W}$ dans toutes les directions. Calculer la valeur de l'intensité sonore à la distance $x_1 = 2,0 \text{ m}$ de la source, puis à la distance $x_2 = 4,0 \text{ m}$ de la source.
6. Quelle phrase du paragraphe 1 du modèle est illustrée par cette situation ?

**Pour aller plus loin**

Exprimer l'intensité sonore I' perçue à une distance r' , double d'une distance r , en fonction de l'intensité sonore I perçue à la distance r .

Activité 4. Quelle grandeur pour rendre compte de ce qu'on perçoit ?

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.

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.*

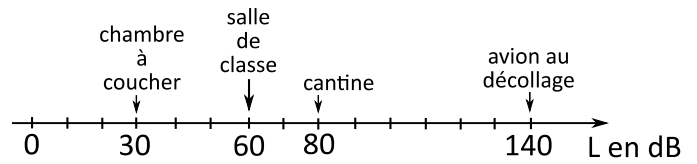
Le niveau d'intensité sonore noté L est la grandeur physique qui s'exprime en décibels (dB) et qui modélise la manière dont notre oreille perçoit le caractère plus ou moins fort d'un son.

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 $a = 10^2$
 $\log(ab) = \log(a) + \log(b)$; $\log(a/b) = \log(a) - \log(b)$
 $\log(1) = 0$

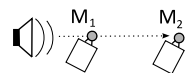
Activité 5. L'atténuation, c'est seulement dû à la géométrie ?

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*.

- 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).

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



- Une source émet un son. À 2 m d'elle, le niveau d'intensité est $L_1 = 80 \text{ dB}$.
 - Calculer la puissance sonore de la source.
 - En déduire l'intensité sonore à 4 m d'elle.
 - Calculer l'atténuation géométrique entre 2 m et 4 m.
- 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 géométrique entre 2 mètres et une distance x quelconque supérieure à 2 mètres.