

A savoir

Source d'une onde sonore ou ultrasonore

Les ondes sonores et ultrasonores sont produites par les vibrations périodiques d'un solide qui successivement comprime et détend la couche d'air avec laquelle il est en contact. Cette couche d'air comprime puis détend à son tour la couche d'air voisine avant de retrouver son état initial puis le phénomène se produit avec les couches d'air suivantes permettant ainsi la propagation de l'onde.

Fréquences des ondes sonores et ultrasonores

L'oreille humaine n'est en moyenne capable de détecter que les ondes sonores dont la fréquence est supérieure à 20 Hz et inférieure à 20 kHz. En dessous de 20 Hz les ondes sont qualifiées d'infrasons et ne sont pas audibles.

Au delà de 20 kHz il s'agit d'ultrasons qui ne peuvent pas non plus être perçus par l'oreille humaine.

$$L_{dB} = 10 \times \log\left(\frac{I}{I_0}\right) \quad I = I_0 10^{\frac{L}{10}}$$

$I_0 = 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ qui correspond au seuil d'audibilité

I: Intensité sonore en W/m^2

L: Niveau sonore en décibel (dB)



Echelle des bruits exprimés en décibels

Exercice N°1

1. Dans une cuve à ultrasons, remplie d'eau, un son se propage avec une célérité $C = 1\,500 \text{ m/s}$. Sa fréquence est $f = 20 \text{ kHz}$.

- 1.1. Calculer sa période T .

- 1.2. Calculer sa longueur d'onde λ .

2. Les ondes traversant la cuve se dispersent ensuite dans l'air. On place un sonomètre à environ 3 m de la cuve. À cet endroit l'intensité sonore est $I = 10^{-5} \text{ W}/\text{m}^2$ ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$).

- 2.1. Dire quelle grandeur est mesurée par le sonomètre.

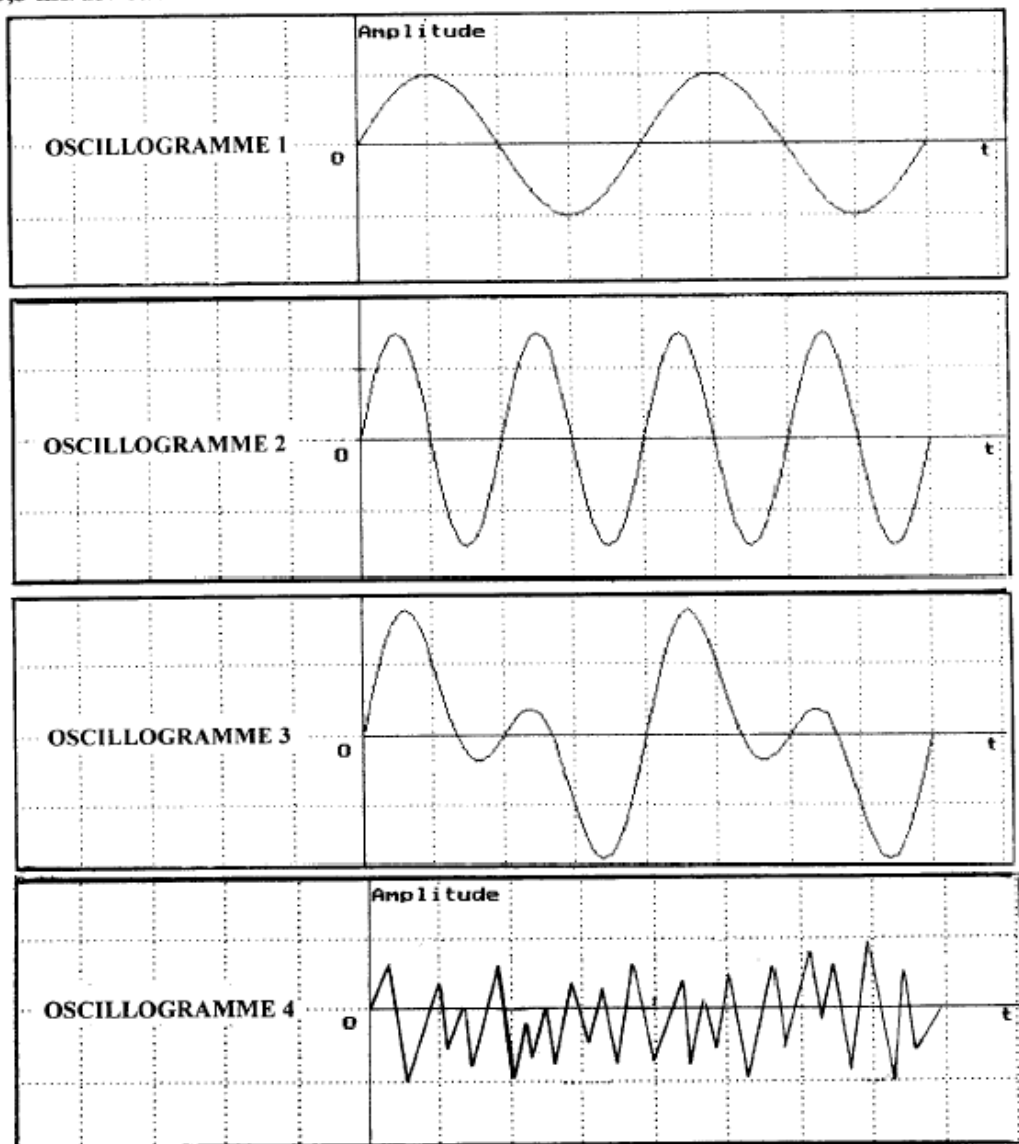
- 2.2. Donner l'indication **prévisible** à lire sur le cadran.

On donne $L = 10 \log \frac{I}{I_0}$ et $I_0 = 10^{-12} \text{ W}/\text{m}^2$ ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$).

Exercice N°2

On visualise sur un oscilloscope quatre signaux sonores.
On obtient les 4 oscillogrammes ci – dessous :

Echelle : 0,5 ms/div sur l'axe des abscisses.



1. Les oscillogrammes 1 et 2 représentent des signaux sonores émis par des diapasons en vibration dans l'air.

1-1 Déterminer la période T_1 , puis la fréquence f_1 du signal 1.

1-2 Déterminer la période T_2 , puis la fréquence f_2 du signal 2.

1-3 Dire, du premier ou du deuxième son, lequel est le plus grave. Justifier votre réponse.

2. Préciser, en justifiant, pour chaque signal sonore, s'il s'agit d'un bruit, d'un son complexe ou d'un son pur.
3. L'oscillogramme 2 représente un signal sonore émis avec une intensité acoustique moyenne
$$I = 2 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ (W} \cdot \text{m}^{-2}\text{)}$$

Calculer le niveau d'intensité acoustique L correspondant à cette intensité. On donne $L = 10 \log \frac{I}{10^{-12}}$ et on précisera l'unité de L .

Exercice N°3

Un son de fréquence $f = 2\,000 \text{ Hz}$ est émis par une source sonore supposée ponctuelle.

L'onde sonore se déplace dans le milieu ambiant à la vitesse $v = 330 \text{ m/s}$.

1. Déterminer :

- 1-1 la période T de l'onde sonore
- 1-2 sa longueur d'onde λ .

2. À une distance $R = 2 \text{ m}$ de la source, la puissance sonore est $P = 20 \text{ W}$. On suppose qu'elle est uniformément répartie sur une sphère de surface $S = 4\pi R^2$.

Calculer l'intensité acoustique I en W/m^2 et arrondir le résultat à $0,1 \text{ W/m}^2$.

3. Un sonomètre enregistre à cette distance de 2 m un niveau acoustique $L = 116 \text{ dB}$.

Vérifier ce résultat par un calcul détaillé.

On donne :

$$I = \frac{P}{S}$$

$$I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$$

$$L = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

Exercice N°4

On cherche à évaluer l'impact sonore d'une éolienne près d'une habitation

II.1 Au niveau du rotor, le niveau sonore de l'éolienne est : $L_0 = 80$ dB.
Calculer le niveau sonore L , près d'une maison se trouvant à 100 mètres de l'éolienne.

II.2 Le niveau sonore ambiant dû à un vent de 5 m/s autour de la maison est d'environ 30 dB. Normalement, le niveau sonore de l'éolienne ne doit pas dépasser le niveau sonore ambiant de plus de 3 dB. L'installation de l'éolienne à 100 m de la maison respecte-t-elle la norme ? Justifier votre réponse.

FORMULAIRE DE SCIENCES PHYSIQUES :

Le niveau sonore :

$$L = L_0 - 10 \log(4\pi d^2) \quad \text{où } d \text{ est la distance jusqu'à la source.}$$

Exercice N°5

Étude d'une pompe à chaleur

Le chauffage de l'habitation se fait, en partie, avec une pompe à chaleur de type air-air.

EXERCICE 1 : Acoustique (2 points)

Lors du fonctionnement de la pompe à chaleur, le compresseur émet un bruit d'intensité sonore $I = 5.10^{-8} \text{ W.m}^{-2}$.

1. Calculer, à 1 dB près, le niveau sonore L du bruit émis par le compresseur.
2. Montrer que le niveau d'intensité sonore L augmente de 3 dB si une seconde pompe à chaleur identique à la précédente est mise en route, c'est-à-dire lorsque l'intensité sonore double.

