

Ondes mécaniques

I - Ondes mécaniques progressives

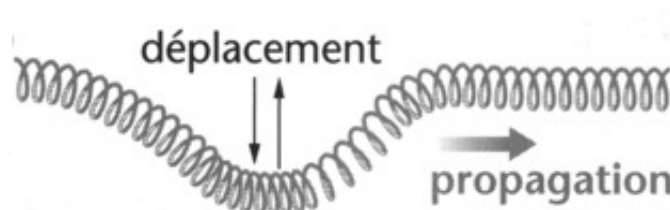
1) Définition

Une onde mécanique est une perturbation qui se propage dans un milieu élastique sans transport de matière. Seule l'énergie est transportée d'un point à un autre !

Exemples : onde sur une corde de guitare, onde à la surface de l'eau, ondes sonores, ...

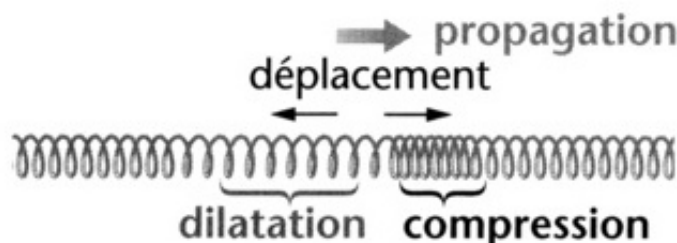
2) Ondes transversales et longitudinales

Une onde est **transversale** lorsque la perturbation du milieu de propagation est **perpendiculaire** à la direction de propagation.



Exemples : vagues, cordes, ...

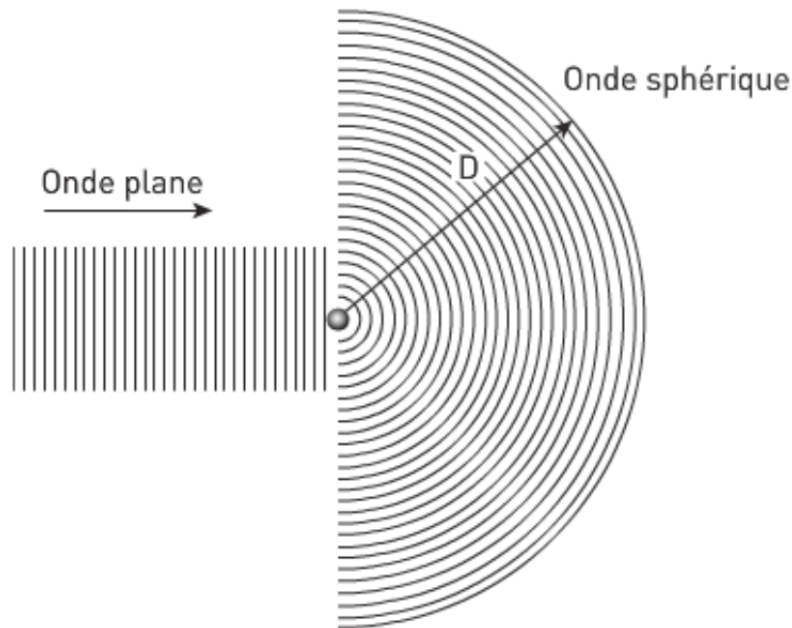
Une onde est **longitudinale** lorsque la perturbation du milieu de propagation est **parallèle** à la direction de propagation.



Exemples : son, ...

3) Ondes planes et sphériques

Un front d'onde est une surface qui contient les points qui ont le même temps de parcours depuis la source.



Onde plane : les fronts d'ondes sont des plans.

Onde sphérique : les fronts d'ondes sont des sphères.

4) Célérité d'une onde

La célérité (ou vitesse) d'une onde progressive est donnée par la relation :

$$c = \frac{d}{t} \quad (\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$$

- d est la distance parcourue par l'onde en m.
- t est la durée du parcours en s.

II - Ondes mécaniques progressives sinusoïdales

1) Définition

La perturbation de l'onde est sinusoïdale d'amplitude A et de période T telle que :

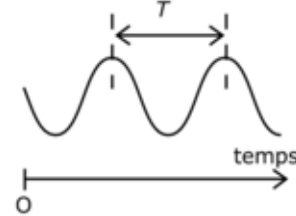
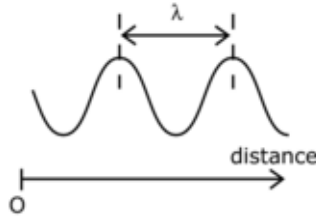
$$y(x, t) = A \cdot \sin\left[\frac{2\pi}{T}\left(t - \frac{x}{c}\right)\right]$$

- L'onde se propage dans le sens des x positifs.
- La perturbation est fonction du temps t mais aussi de la position x !

2) Période temporelle et période spatiale

Pendant la durée T (**période temporelle**), l'onde se propage d'une distance λ (**période spatiale**) tel que :

$$\lambda = c \cdot T = \frac{c}{f}$$



3) Dispersion

Un **milieu est dispersif** lorsque les différentes fréquences composant une onde ne se propagent pas à la même vitesse.

Exemple : vagues, son,

4) Puissance moyenne transportée par une onde

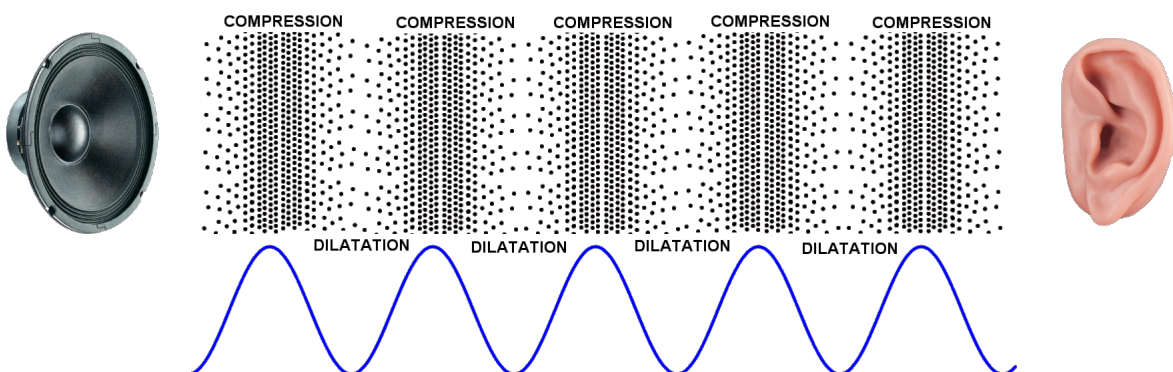
La **puissance moyenne par unité de surface** transportée par un onde progressive sinusoïdale est donnée par la relation :

$$P = \frac{A^2}{2Z} \quad (\text{W} \cdot \text{m}^{-2})$$

- A est la surpression acoustique en Pa
- Z est l'impédance acoustique du milieu en $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-2}$

III - Ondes sonores et ultrasonores

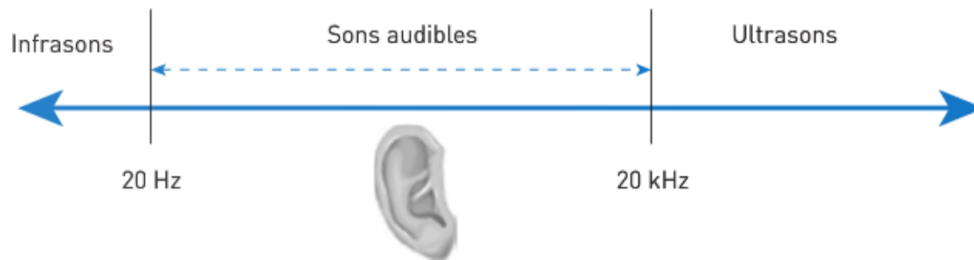
1) Définition



Une onde sonore est un **onde mécanique** due à la **compression** et à la **dilatation** d'un milieu.
C'est donc une **onde longitudinale**.

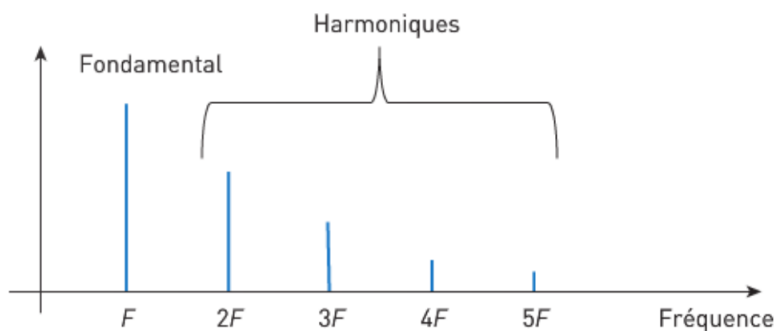
2) Caractéristiques d'une onde sonore

Plage de fréquence :



Hauteur : La hauteur d'un son est fonction de sa **fréquence** (grave à aigu).

Timbre : Le timbre d'un son dépend de sa **composition spectrale** (fondamental et présence d'harmoniques). Deux sons de même fréquence (fondamental) et de timbre différent (harmonique) ne sont pas ressentis de la même manière !



3) Applications

Télémètre

Mesure d'une **distance** par réflexion d'une onde ultrasonore sur un **objet fixe** (vu en TP).

$$d = c \times \Delta t$$

Effet Doppler

Mesure d'une **vitesse** toujours par réflexion d'une onde sur un **objet en mouvement**.

$$\Delta f = f_r - f_s = f_s \frac{v_s}{c - v_s}$$