Phénomène ondulatoire – Fiche de cours

1. Les ondes sonores

a. Définition

Un son est créé par la vibration d'un objet ; un son peut être entendu à distance par rapport à cet objet.

Une onde sonore est une onde mécanique : il s'agit du phénomène de propagation d'une perturbation dans un milieu sans transport de matière.

b. Caractéristiques physiologiques

Un son peut être caractérisé par :

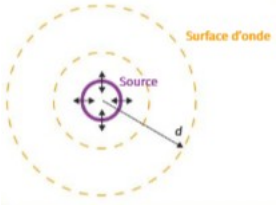
- la hauteur : fréquence fondamentale
- le timbre : forme d'onde d'une période
- l'intensité

c. Intensité sonore

L'intensité sonore est définie par: $I=\frac{P}{S}$ (unité en W/m^2)

d. Dilution sonore (ou formule de Sabine)

La puissance d'une onde sonore tridimensionnelle se répartit sur une surface sphérique de rayon R lors de sa propagation



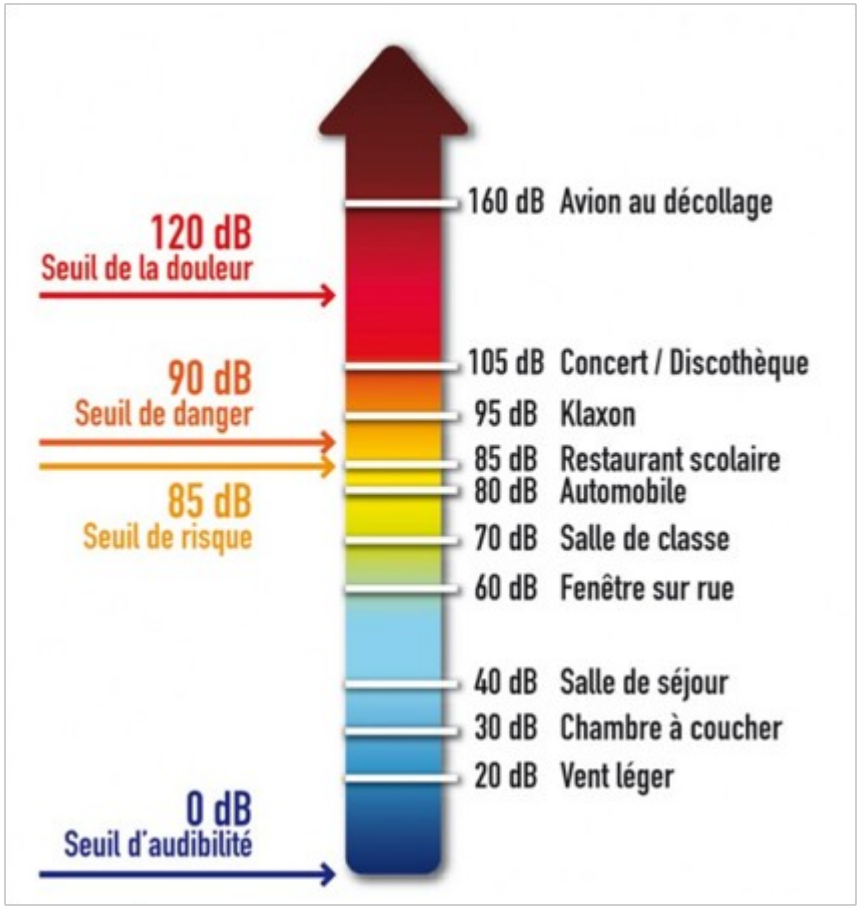
$$I=\frac{P}{4\pi R^2}$$ (unité en W/m^2)

e. Niveau d'intensité sonore

Pour tenir compte des sons perçus par l'oreille humaine, on définit le niveau sonore :

$L=10\log\frac{I}{I_0}$ ou $I=I_0\times\frac{10^L}{10}$ (L en dB ; I en W/m^2 ; $I_0=10^{-12}W/m^2$)

f. Echelle des bruits



g. Atténuation

Lorsqu'une onde se propage dans un milieu absorbant, une partie de l'énergie est transmise au milieu.

L'atténuation est définie par : $A = L_{entrée} - L_{sortie} = 10 \log \frac{I_{entrée}}{I_{sortie}}$

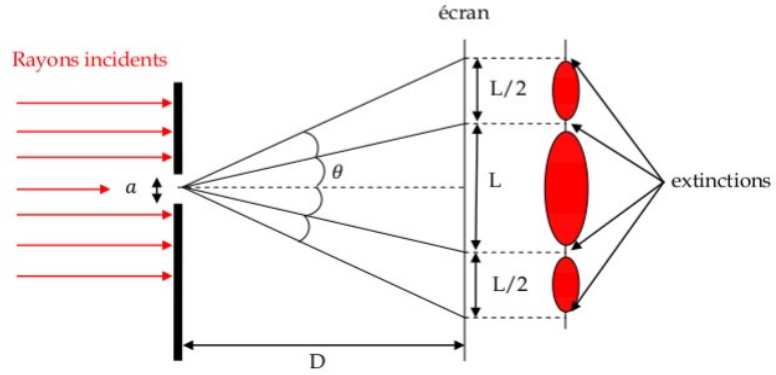
(en dB)

2. Diffraction

La diffraction est le comportement des ondes (mécaniques ou électromagnétiques) rencontrant un obstacle ou une ouverture.
Lors de la diffraction l'onde change de direction.
La figure de diffraction est de même nature pour un obstacle ou une ouverture de même dimension

a. Objet diffractant rectiligne

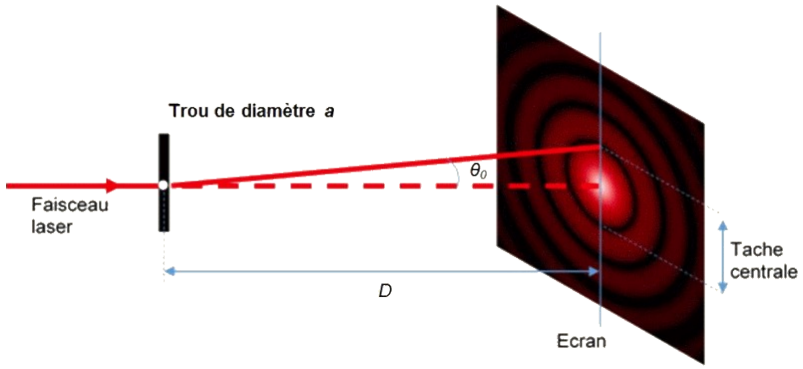
Pour une longeur d'onde donnée :



$$\theta = \frac{\lambda}{a} \approx \frac{L}{2D} \qquad car \qquad \tan\theta \approx \theta$$

θ demi-angle de diffraction en *rad*
λ longueur d'onde de l'onde incidente en *m*
a dimension de l'objet diffractant en *m*
D distance objet diffractant écran en *m*
L largeur de la tache centrale en *m*

b. Objet diffractant sphérique



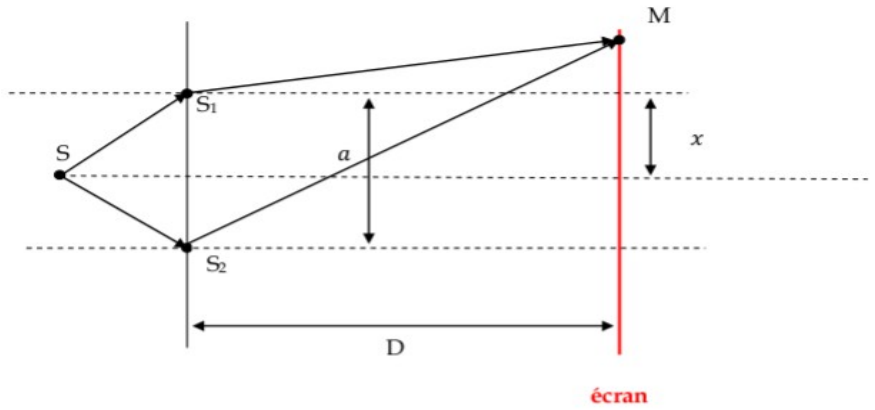
$$\theta = 1{,}22 \frac{\lambda}{a}$$

3. Interférences

Les interférences sont la superposition de deux phénomènes vibratoires de même nature (même fréquence et amplitude).

Dispositif à Fente d'Young

Pour une longueur d'onde λ donnée :



Différence de marche

$$\delta = S_1M - S_2M$$

Interférences constructives

Lorsque $\delta = k.\lambda$ ou $\tau = k \cdot T$ avec k ∈ ℤ les interférences sont constructives (franges brillantes sur l'écran ou maximum d'intensité pour un son)

Interférences destructives

Lorsque $\delta = k.\lambda + \frac{\lambda}{2}$ ou $\tau = k \cdot T + \frac{T}{2}$ avec k ∈ ℤ les interférences sont destructives (franges sombres sur l'écran ou minimum d'intensité pour un son)

Distance interfrange

La distance séparant deux franges de même nature est appelée interfrange

$$i = \frac{\lambda D}{a}$$

4. Effet Doppler-Fizeau

Lorsqu'il y a mouvement relatif entre un émetteur et un récepteur les fréquences émise et reçue sont différentes ; c'est l'effet Doppler-Fizeau.

a. Déplacement de la source : l'émetteur se rapproche du récepteur

$$f_R = \frac{f_E}{1 - \frac{v}{c}}$$

f_E fréquence de l'émetteur en Hz ; f_R fréquence de l'émetteur en Hz
v vitesse entre émetteur et récepteur en $m.s^{-1}$
c célérité de l'onde dans son milieu de propagation en $m.s^{-1}$

b. Déplacement de la source : l'émetteur s'éloigne du récepteur

$$f_R = \frac{f_E}{1 + \frac{v}{c}}$$

f_E fréquence de l'émetteur en Hz ; f_R fréquence de l'émetteur en Hz
v vitesse entre émetteur et récepteur en $m.s^{-1}$
c célérité de l'onde dans son milieu de propagation en $m.s^{-1}$

c. Fréquence Doppler

La différence de fréquence entre émetteur et récepteur est appelée fréquence Doppler :

$$|f_R - f_E| = f_D \approx \frac{2 f_E \times v}{c}$$

f_D fréquence Doppler en Hz
f_E fréquence de l'émetteur en Hz
v vitesse entre émetteur et récepteur en $m.s^{-1}$
c célérité de l'onde dans son milieu de propagation en $m.s^{-1}$