# LP 14 : Ondes acoustiques

Mathias Péault

Pré-requis :

- Ondes progressives, ondes stationnaires
- Équation de d'Alembert, Solutions (OPPH)
- Mécanique des fluides
- Thermodynamique (Compressibilité isentropique)

# Onde acoustique : définition

Perturbation oscillatoire mécanique, compressionnelle, longitudinale, se propageant à la vitesse $c_s$, sans dispersion.

# Approximation acoustique

$$P(\vec{r},t) = P_0 + p_1(\vec{r},t)$$

$$\rho(\vec{r},t) = \rho_0 + \rho_1(\vec{r},t)$$

$$\vec{v}(\vec{r},t) = \vec{0} + \vec{v}_1(\vec{r},t)$$

Seuil douleur
120 dB
1013hPa, 20°C

$$\frac{|p_1(\vec{r},t)|}{|P_0|} << 1 \qquad \approx 10^{-4}$$

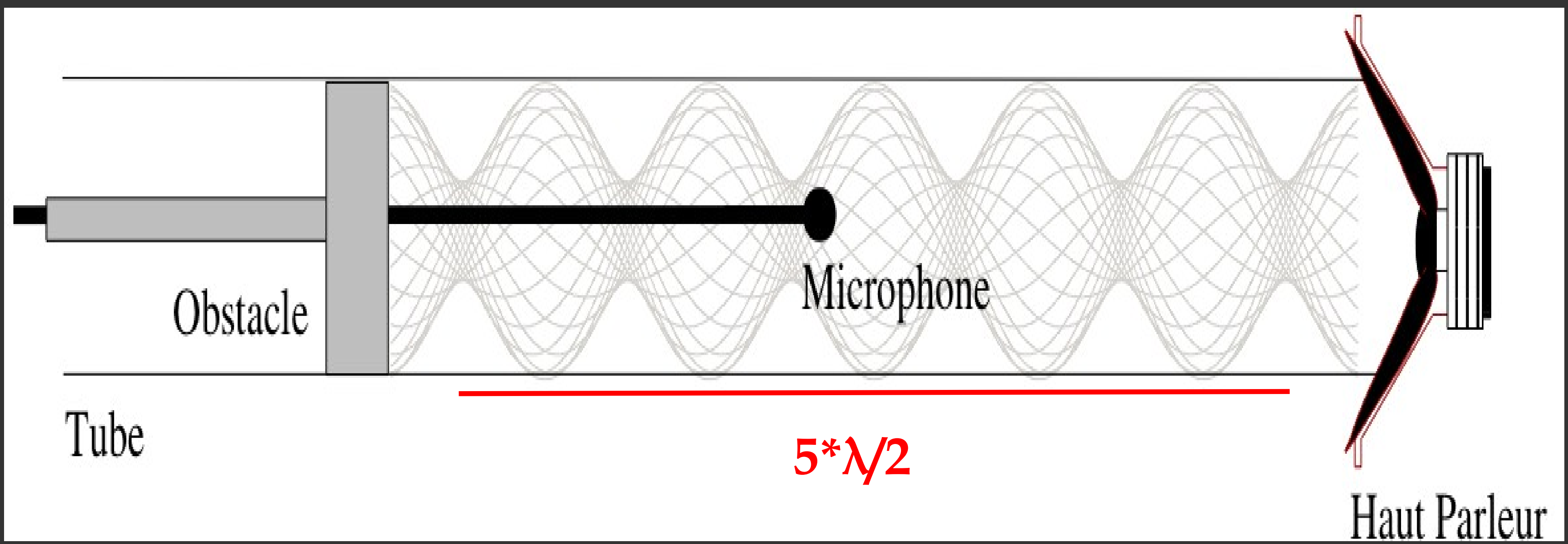
$$\frac{|\rho_1(\vec{r},t)|}{|\rho_0|} << 1 \qquad \approx 10^{-4}$$

$$\frac{\|\vec{v}_1(\vec{r},t)\|}{c_s} << 1 \qquad \approx \frac{50\ 10^{-3}}{343}$$

$\longrightarrow$ Déplacement L≈ 8µm

# Tube de Kundt

$$\boxed{c_s = \lambda f}$$



# Énergie volumique, e :

$$\chi_s \frac{\partial p_1}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot \vec{v}_1 = 0$$

$$\rho_0 \frac{\partial \vec{v}_1}{\partial t} = -\vec{\nabla} p_1$$

$$\boxed{1 \times p_1}$$

$$\boxed{2 \,.\, \vec{v}_1}$$

$$\chi_s p_1 \frac{\partial p_1}{\partial t} + \rho_0 \frac{\partial \vec{v}_1}{\partial t} \cdot \vec{v}_1 + p_1 \vec{\nabla} \cdot \vec{v}_1 + \vec{v}_1 \cdot \vec{\nabla} p_1 = 0$$

$$\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{1}{2}\chi_s p_1^2\right) + \frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{1}{2}\rho_0 v_1^2\right) + \vec{\nabla} \cdot \vec{\Pi} = 0$$

e = e.potentielle + e.cinétique

# Intensité : ordres de grandeur

$I = 10^{-12}\ W.m^{-2}$ → Seuil d'audibilité

$I = 10^{-6}\ W.m^{-2}$ → Conversation

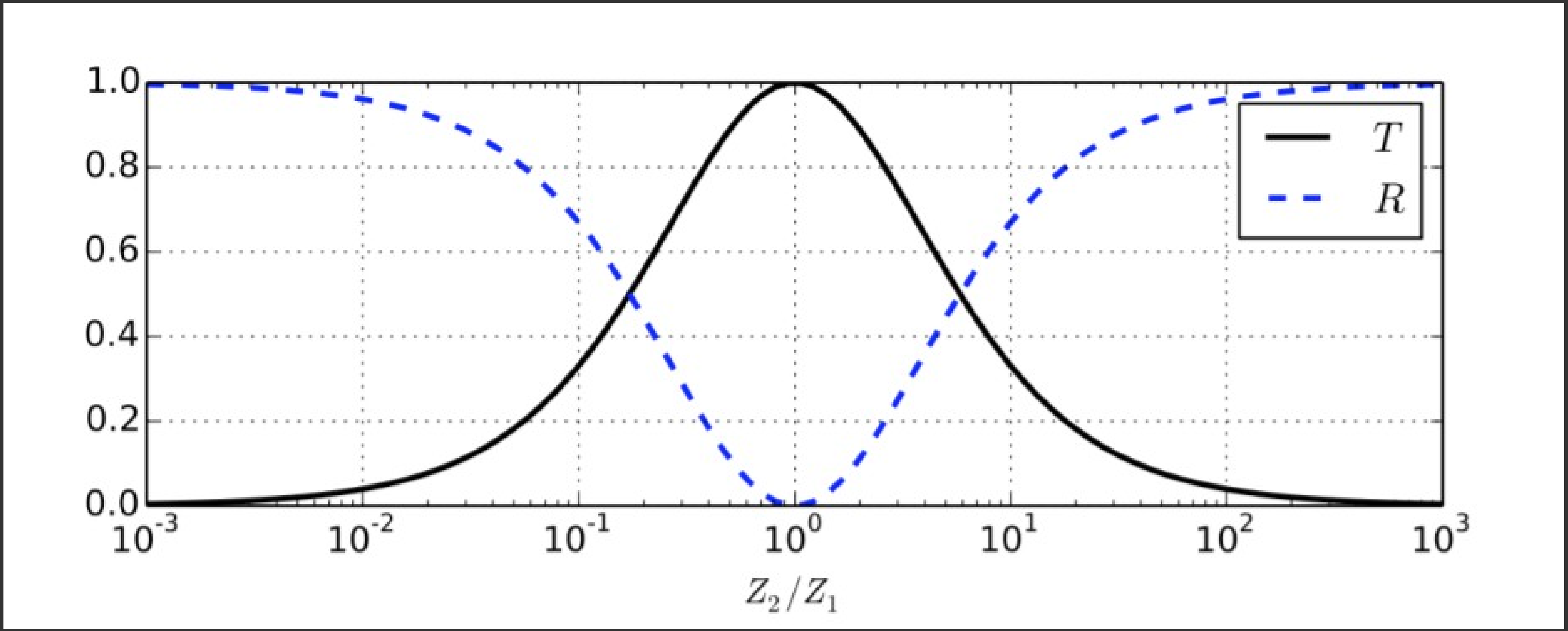
$I = 1\ W.m^{-2}$ → Seuil de pénibilité

Pièce calme : 20dB

Conversation: 60dB

Avion : 120dB

# Réflexion/transmission en énergie




$$R = \frac{I_r}{I_i} = r^2 = \left[\frac{Z_2 - Z_1}{Z_1 + Z_2}\right]^2$$

$$T = \frac{I_t}{I_i} = t^2 \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{4 Z_2 Z_1}{[Z_1 + Z_2]^2}$$

$$\boxed{R+T=1}$$