

03 - 05

1] Pour une OPPH, $I = \|\langle \vec{\pi} \rangle\| = c \langle e \rangle$
Le facteur $1/4$ traduit le fait que le son se propage dans toutes les directions (et pas une seule comme pour une OPPH).

$$\begin{aligned} 2] \quad \langle E \rangle &= \left\langle \iiint_V e \, dV \right\rangle = \iiint_V \langle e \rangle \, dV \\ &= \langle e \rangle \iiint_V dV = V \langle e \rangle. \end{aligned}$$

moyenne temporelle commutée avec intégrale spatiale

3] La puissance au niveau de passé est

$$\mathcal{P} = \iint_S \vec{\pi} \cdot d\vec{S}$$

On s'intéresse à la puissance moyenne sur une période

$$\begin{aligned} \mathcal{P}_{\text{moy}} &= \iint_S \langle \vec{\pi} \rangle \cdot d\vec{S} = \iint_S \frac{c}{4} \langle e \rangle \, dS \\ &= \frac{c}{4} \langle e \rangle \mathcal{S} \end{aligned}$$

Une fraction α de cette puissance est absorbée

$$\mathcal{P}_{\text{absorbée}} = \alpha \frac{c}{4} \mathcal{S} \langle e \rangle$$

$$4) I_{dB} = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

si I_{dB} perd 60 dB, alors

$$I'_{dB} = I_{dB} - 60$$

$$10 \log \left(\frac{I'}{I_0} \right) = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right) - 60$$

$$\frac{I'}{I_0} = \frac{I}{I_0} 10^{-6}$$

donc
$$\boxed{I' = 10^{-6} I}$$

(donc $\langle e \rangle' = 10^{-6} \langle e \rangle$ ici)

Par ailleurs, la diminution de l'énergie provient de l'absorption au niveau des parois

$$\frac{dE}{dt} = -P_{abs}$$

\uparrow E \downarrow

donc
$$V \frac{d\langle e \rangle}{dt} = - \frac{2c^3}{4} \langle e \rangle$$

soit

$$\boxed{\frac{d\langle e \rangle}{dt} = - \frac{2c^3}{4V} \langle e \rangle}$$

Équation d'évolution à temps long de la moyenne temporelle sur une période

On a alors

$$\langle e \rangle(t) = \langle e \rangle(0) \exp\left(-\frac{\alpha c \mathcal{F}}{4V} t\right)$$

Pour le temps de réverbération à 60 dB,

$$\frac{\langle e \rangle(t)}{\langle e \rangle(0)} = 10^{-6} \Rightarrow e^{-\frac{\alpha c \mathcal{F}}{4V} t_{\text{rev}}} = 10^{-6}$$

$$\Rightarrow \boxed{t_{\text{rev}} = \frac{6 \ln 10 \times 4V}{\alpha c \mathcal{F}}}$$

5] Cube : $\begin{cases} a^3 = V \\ 6a^2 = \mathcal{F} \end{cases}$ (6 faces)

donc
$$t_{\text{rev}} = \frac{6 \ln 10 \times 4a^3}{6 \alpha c a^2}$$
$$= 4 \frac{a \ln 10}{\alpha c}$$

AN ($c \approx 340 \text{ m.s}^{-1}$)

{	Cathédrale	$t_{\text{rev}} = 22 \text{ s}$
	Studio	$t_{\text{rev}} = 0,16 \text{ s}$