



### A. RÉVERBÉRATION D'UNE SALLE

1. Le temps de réverbération d'un local est le temps nécessaire pour que l'intensité acoustique diminue à un millionième de sa valeur initiale soit une diminution de niveau sonore de 60dB.

Si l'intensité sonore  $I$  est divisée par  $10^6$  :  $I' = I / 10^6$

Alors :

$$L' = 10 \cdot \log\left(\frac{I'}{I_0}\right) = 10 \cdot \log\left(\frac{I}{10^6 \cdot I_0}\right)$$

$$L = 10 \cdot \log\left(\frac{1}{10^6}\right) + 10 \cdot \log\left(\frac{I}{I_0}\right) = L - 60\text{dB}$$

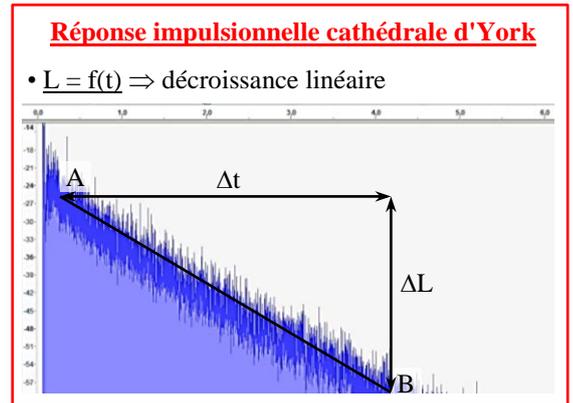
2. ① cathédrale d'York :

penete de la droite :  $\frac{\Delta L}{\Delta t} = \frac{-36\text{dB}}{4,2\text{s}} = -8,6\text{dB}\cdot\text{s}^{-1}$

1s  $\leftrightarrow$  -8,6dB

TR  $\leftrightarrow$  -60dB

d'où : TR = 60 / 8,6 = 7,0s



Lieu		Volume (m <sup>3</sup> )	TR (s)
① cathédrale d'York (Angleterre) IR1.mp3		140000	7,0
② église St Andrew (Angleterre) IR2.mp3		2600	1,4
③ salle principale du tumulus de Maeshowe (Écosse) IR3.mp3		100	0,53

3. Le temps de réverbération augmente quand le volume de la salle augmente.
4. Pour la réverbération, la durée entre deux sons réfléchis est très brève, et l'oreille ne sait pas distinguer un son du précédent, c'est ce qui donne cette impression de résonance. Pour l'écho, cette durée est plus longue, et l'oreille distingue parfaitement les répétitions.
5. La réverbération est due aux multiples réflexions sur les parois d'un local. Il suffit de disposer sur les parois des matériaux avec une forte absorption acoustique pour atténuer plus rapidement les ondes réfléchies.

## B. CONCERT EN SOUS-SOL

### 1. Accord des instruments

- a. Mesure de la période du signal pour le diapason (document 4) :  
 $3T \leftrightarrow 6,8\text{ms}$  d'où :  $T = 6,8 / 3 = 2,3\text{ms}$  et :  $f = 1 / T = 1 / 2,3 \cdot 10^{-3} = 4,4 \cdot 10^2 \text{Hz} = 0,44\text{kHz}$
- b. La fréquence de la note jouée est égale à la fréquence du fondamental sur le spectre en fréquence : 1<sup>er</sup> pic à gauche. L'analyse spectrale donne la fréquence du fondamental qui caractérise la hauteur du son :  
- pour le piano, la fréquence du fondamental vaut environ 0,4kHz,  
- pour la flûte, on lit environ 0,8kHz,  
- pour la guitare, on lit environ 0,4kHz.  
La flûte ne joue pas une note de même hauteur que les autres instruments.  
Pour être certain que la guitare et le piano jouent la même note, il faut déterminer les périodes avec précision :  
piano :  $3T \leftrightarrow 6,8\text{ms}$  d'où :  $T = 6,8 / 3 = 2,3\text{ms}$  et :  $f = 1 / T = 1 / 2,3 \cdot 10^{-3} = 4,4 \cdot 10^2 \text{Hz} = 0,44\text{kHz}$   
guitare :  $6T \leftrightarrow 13,6\text{ms}$  d'où :  $T = 13,6 / 6 = 2,3\text{ms}$  et :  $f = 1 / T = 1 / 2,3 \cdot 10^{-3} = 4,4 \cdot 10^2 \text{Hz} = 0,44\text{kHz}$   
Aux incertitudes de mesure près, le piano et la guitare semblent jouer à la même hauteur.

### 2. Concert en sous-sol

- a. Phénomènes physiques qui interviennent au cours de la propagation du son dans une salle : réflexion (dans une direction privilégiée), diffusion (dans toutes les directions), absorption, diffraction (par les objets), interférences.

- b. La loi de Sabine est bien cohérente avec les résultats du A :  $T_R = \frac{0,16 \times V}{A}$

$T_R$  augmente si le volume de la salle augmente mais diminue avec l'absorption acoustique des parois.

- c.  $[0,16] = \left[ \frac{T_R \cdot A}{V} \right] = \frac{\text{s} \cdot \text{m}^2}{\text{m}^3} = \text{s} \cdot \text{m}^{-1}$  Le coefficient s'exprime en  $\text{s} \cdot \text{m}^{-1}$ .

- d. Le document 1 nous apprend qu'une salle de concert d'un groupe de rock présente une durée de réverbération de 0,8s à 1,3s. Calculons la durée de réverbération du sous-sol.

$$T_R = \frac{0,16 \times V}{A}$$

$$\text{avec : } A = \sum_i \alpha_i \cdot S_i = \alpha_{\text{bois}} \cdot S_{\text{bois}} + \alpha_{\text{béton}} \cdot S_{\text{béton}} = 0,15 \times 3,0 + 0,010 \times 187 = \underline{2,3\text{m}^2}$$

$$\text{et : } V = L \times l \times h = 10,0 \times 5,0 \times 3,0 = \underline{1,5 \cdot 10^2 \text{m}^3}$$

$$T_R = \frac{0,16 \times V}{A} = \frac{0,16 \times 1,5 \cdot 10^2}{2,3} = \underline{10\text{s}}$$

Cette durée est bien trop élevée pour une salle de concert qu'il s'agisse de rock ou de musique symphonique (cf. document 1).

- e. Pour diminuer le temps de réverbération à 2,0s, il faut augmenter la surface équivalente A en ajoutant des panneaux absorbants sur les murs en béton.

La surface du béton sera réduite par la pose de panneaux, elle vaudra  $S_{\text{béton}} - S_{\text{panneau}}$ .

$$\text{La surface équivalente } A' \text{ à atteindre est : } A' = \frac{0,16 \times V}{T_R'} = \frac{0,16 \times 1,5 \cdot 10^2}{2,0} = \underline{12\text{m}^2}$$

$$A' = \alpha_{\text{bois}} \cdot S_{\text{bois}} + \alpha_{\text{panneau}} \cdot S_{\text{panneau}} + \alpha_{\text{béton}} \cdot (S_{\text{béton}} - S_{\text{panneau}})$$

$$\text{d'où : } S_{\text{panneau}} = \frac{A' - \alpha_{\text{bois}} \cdot S_{\text{bois}} - \alpha_{\text{béton}} \cdot S_{\text{béton}}}{\alpha_{\text{panneau}} - \alpha_{\text{béton}}} = \frac{12 - 0,15 \times 3,0 - 0,010 \times 187}{0,50 - 0,010} = \underline{20\text{m}^2}$$

Il faut donc installer  $20\text{m}^2$  de ces panneaux absorbants sur les murs en béton.