

Corrigé

BTS SON 2022 - ACOUSTIQUE

- 1) On cherche le niveau de pression acoustique à 1m en champ libre. On connaît la puissance acoustique de la source, on peut donc calculer l'intensité acoustique puis le niveau d'intensité acoustique.

$$I = \frac{P}{S} = \frac{P}{4\pi r^2} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{4\pi 1^2} = 1,59 \cdot 10^{-4} \text{ W/m}^2$$

$$L_{(1m)} = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right) = 10 \log\left(\frac{1,59 \cdot 10^{-4}}{10^{-12}}\right) = 82 \text{ dB SPL}$$

- 2) Atténuation géométrique : $L(1m) = L(10cm) - 20 \cdot \log\left(\frac{r_{1m}}{r_{10cm}}\right)$

$$L(10cm) = L(1m) + 20 \cdot \log\left(\frac{r_{1m}}{r_{10cm}}\right)$$

$$L(10cm) = 82 + 20 \cdot \log\left(\frac{1}{0,1}\right) = 102 \text{ dB SPL}$$

- 3) Pression acoustique captée par le microphone :

$$I = \frac{P_a}{S} = \frac{P_a}{4\pi r^2} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{4\pi 0,1^2} = 1,59 \cdot 10^{-2} \text{ W/m}^2$$

$$I = \frac{p^2}{\rho c}$$

$$p = \sqrt{I \cdot \rho c} = 2,52 \text{ Pa}$$

- 4) On cherche la tension délivrée par le microphone.

On peut exprimer le problème comme ceci :

20mV <-> 1 Pa <-> 94 dB	(le microphone délivre une tension de 20mV lorsqu'il est soumis à une pression acoustique de 1 Pa soit 94dB SPL)
? <-> 2,52 Pa <-> 102 dB	(quelle est la tension délivrée par le micro lorsqu'il est soumis à une pression de 2,52 Pa soit 102 dB SPL ?)

La tension délivrée par le microphone est proportionnelle à la pression acoustique captée, donc :

$$U_1 = 20\text{mV} \times 2,52 = 50,4 \text{ mV}$$

- 5) Calcul du niveau de tension :

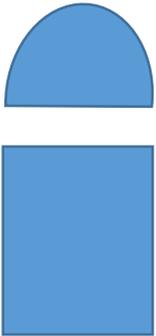
$$N_1 = 20 \cdot \log\left(\frac{U_1}{U_{ref}}\right) = 20 \cdot \log\left(\frac{50,4 \cdot 10^{-3}}{0,775}\right) = -23,74 \text{ dBu}$$

- 6) Le gain :

$$G = 23,74 + 4 = 27,74 \text{ dB}$$

7) Volume de l'église :

Volume = section x longueur



$$\text{Aire du demi-cercle : } A = \frac{\pi R^2}{2} = \frac{\pi 10^2}{2} = 157,08 \text{ m}^2$$

$$\text{Aire du rectangle : } A = h \times l = 20 \times 20 = 400 \text{ m}^2$$

Aire totale de la section = 557,08 m²

Volume = 557,08 x 60 = 33 424,8 m³

8) Calcul de l'aire d'absorption de Sabine ou surface équivalente de Sabine : $A = \sum_i \alpha_i \cdot S_i$

Il y a 2 aires d'absorption distinctes puisqu'il y a 2 coefficients d'absorption : α_1 pour le toit et α_2 pour toutes les autres parois.

$$A_1 = \alpha_1 \cdot \text{Surface toit}$$

$$A_1 = \alpha_1 \cdot (\text{surface du demi-cylindre})$$

$$A_1 = \alpha_1 \cdot (\pi \cdot R \cdot L)$$

$$A_1 = 0,3 \cdot (\pi \cdot 10 \cdot 60)$$

$$A_1 = 565,5 \text{ m}^2$$

$$A_2 = \alpha_2 \cdot S_2$$

$$A_2 = \alpha_2 \cdot (\text{surfaces des murs + sol + 2 demi-cercles})$$

$$A_2 = \alpha_2 \cdot (l \cdot L + 2 \cdot h \cdot l + 2 \cdot h \cdot L + \pi \cdot R^2)$$

$$A_2 = 0,1 \times (20 \times 60 + 2 \times 20 \times 20 + 2 \times 20 \times 60 + \pi \cdot 10^2)$$

$$A_2 = 471,4 \text{ m}^2$$

$$A = 565,5 + 471,4 = \mathbf{1036,9 \text{ m}^2}$$

9) T_R = durée qu'il faut au niveau sonore pour s'atténuer d'une certaine quantité (en générale 60 dB)

$$T_R = \frac{0,1615 \cdot V}{A}$$

$$T_R = \frac{0,1615 \cdot 33425}{1037} = 5,2 \text{ secondes}$$

10) Calcul du niveau du champ réverbéré :

$$L_{pr} = 10 \log \left(\frac{I_r}{I_{ref}} \right) = 10 \log \left(\frac{4 \cdot P_a}{A \cdot I_{ref}} \right)$$

$$L_{pr} = 10 \log \left(\frac{\left(\frac{4 \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{1037} \right)}{10^{-12}} \right)$$

$$L_{pr} = 68,9 \text{ dB SPL}$$

11) Calcul du niveau du champ direct :

$$L_{pd} = 10 \log \left(\frac{I_d}{I_{ref}} \right) = 10 \log \left(\frac{4 \cdot P_a}{4\pi r^2 \cdot I_0} \right) = 10 \log \left(\frac{4 \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{\frac{4\pi \cdot 4^2}{10^{-12}}} \right) = 76 \text{ dB SPL}$$

12) $L_{pd} > L_{pr}$

13) A la distance critique : $L_{pd} = L_{pr}$

$$10 \cdot \log \left(\frac{P_a \cdot Q}{4\pi d_c^2 \cdot I_{ref}} \right) = 10 \cdot \log \left(\frac{4 \cdot P_a}{A \cdot I_{ref}} \right)$$

$$\frac{P_a \cdot Q}{4\pi d_c^2 \cdot I_{ref}} = \frac{4 \cdot P_a}{A \cdot I_{ref}}$$

$$d_c = \sqrt{\frac{A \cdot Q}{16 \cdot \pi}}$$

Si la source est omnidirectionnelle : $Q = 1$, donc :

$$d_c = \sqrt{\frac{A}{16 \cdot \pi}}$$

Dans notre cas : $Q = 4$, donc :

$$d_c = \sqrt{\frac{1037 \cdot 4}{16 \cdot \pi}} = 9,1 \text{ m}$$

14) Dans le cas d'une onde sphérique : $r_2 = 10 \cdot r_1$

Atténuation géométrique : $Att = 20 \cdot \log \left(\frac{r_2}{r_1} \right) = 20 \cdot \log(10) = 20 \text{ dB}$

15) Intensité en champ direct pour 1 Pa :

$$I = \frac{p^2}{\rho c} = \frac{1}{400} = 0,0025 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

Calcul de la distance critique :

$$I = \frac{P_a \cdot Q}{4\pi d^2} = \frac{p^2}{\rho c}$$

$$\frac{4\pi d^2}{P_a \cdot Q} = \frac{\rho c}{p^2}$$

$$d^2 = \frac{\rho c \cdot P_a \cdot Q}{p^2 \cdot 4\pi}$$

$$d = \sqrt{\frac{400 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 4}{4 \cdot \pi}} = 0,5 \text{ m}$$

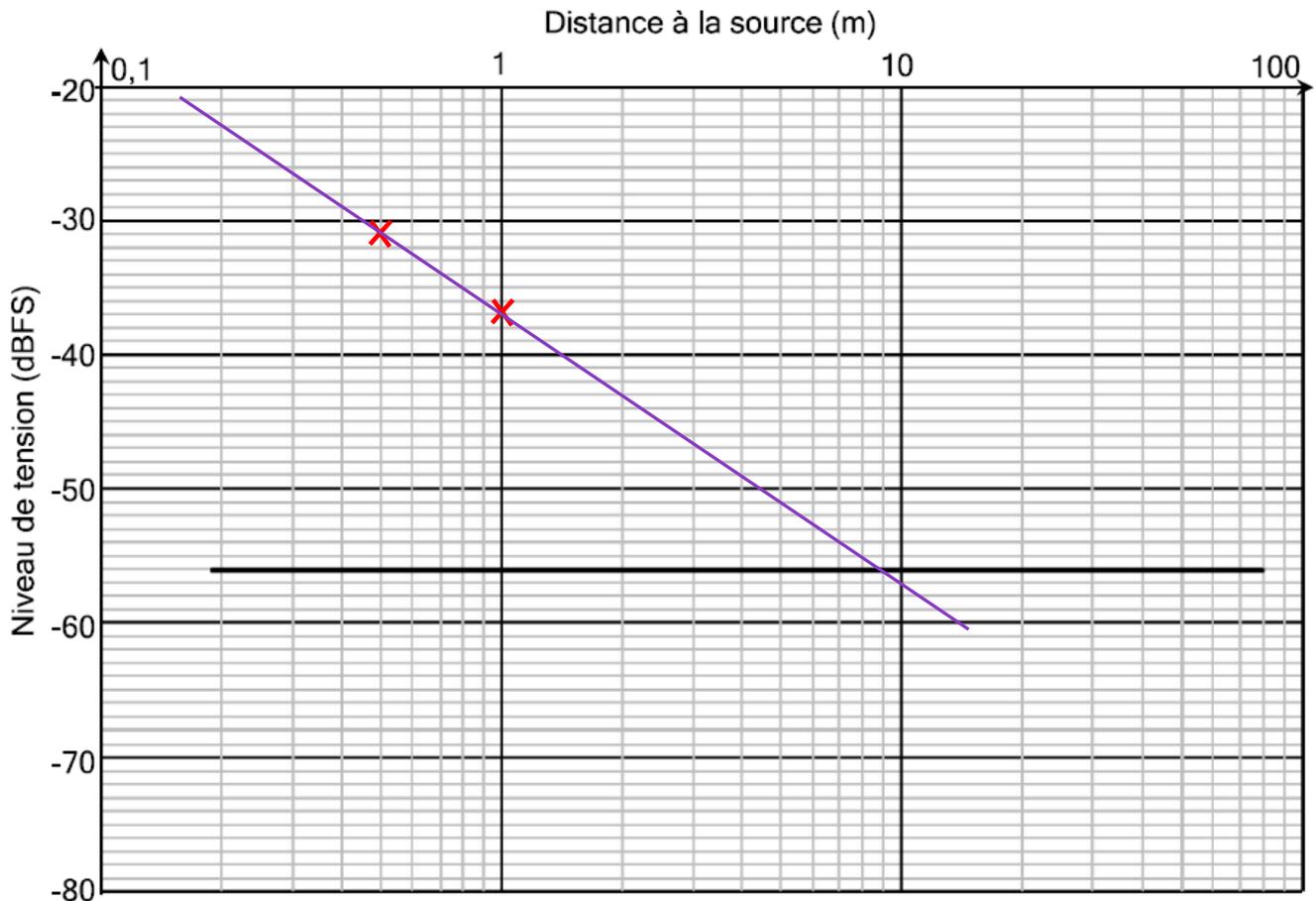
L'intensité est de $0,0025 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ à 0,5 m de la source (soliste).

Comme le micro a une sensibilité de -31 dB FS pour une pression de 1 Pa soit une intensité de $0,0025 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$, on peut placer le point correspondant à 0,5 m et -31 dB FS.

Donc le niveau capté par le micro à 0,5 m est de -31 dB FS.

16) A chaque doublement de distance, le niveau acoustique du champ direct perd 6 dB.

DR1 Physique – Niveaux de tensions en fonction de la distance



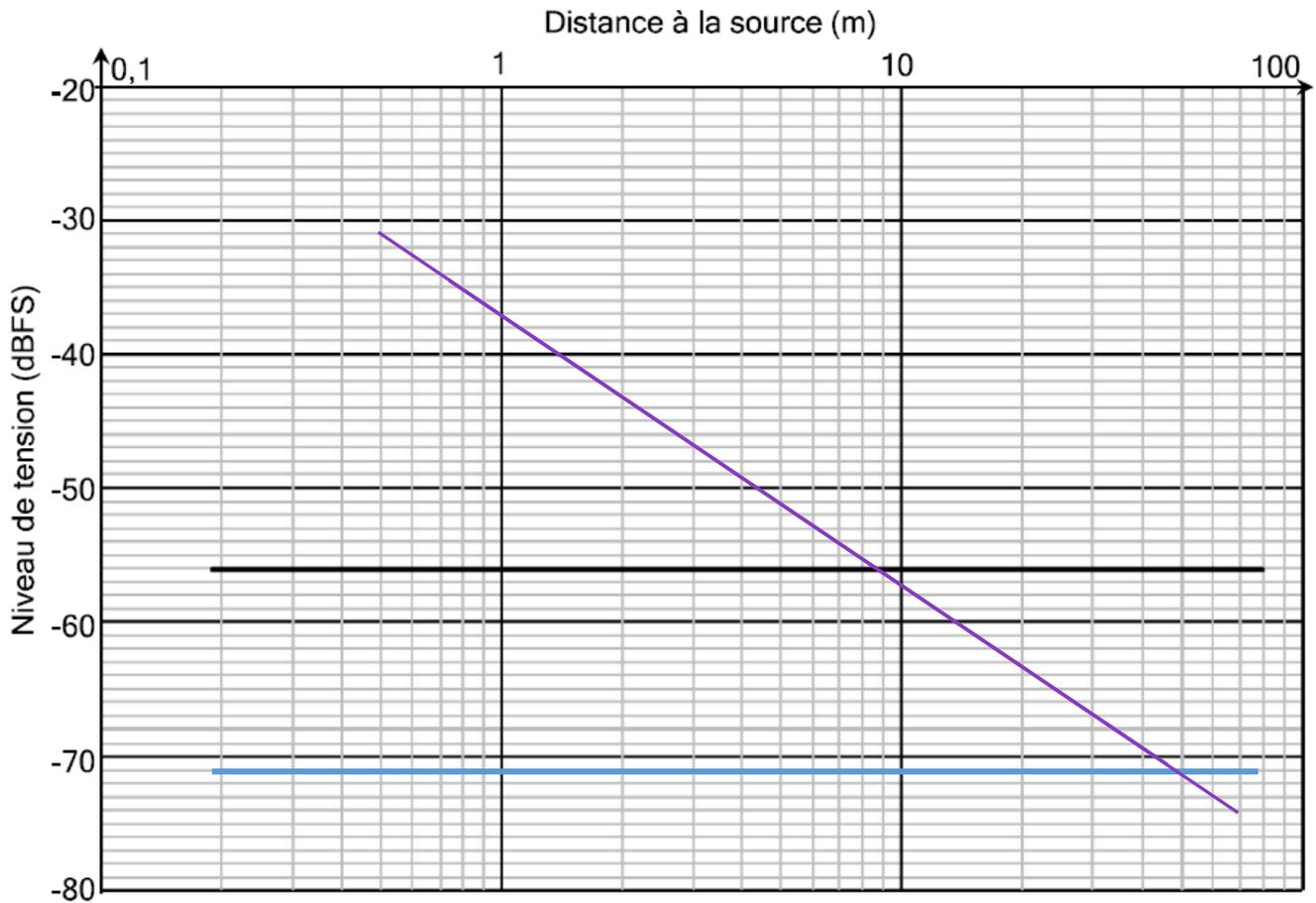
17) $d_c = 8,9 \text{ m}$ environ (pour un micro omni directionnel et la source de directivité $Q = 4$).
Ce résultat est quasi identique à celui trouvé à la question 13.

18) Preset 2 : suppression de 15 dB

Le champ réverbéré = -56 dB FS -15 dB = -71 dB FS

$$d'_c = 50 \text{ m}$$

DR1 Physique – Niveaux de tensions en fonction de la distance



19) $\frac{d'_c}{d_c} = \frac{50}{9} = 5,6$

Plus le facteur de directivité Q du micro est grand, plus la distance critique est loin, moins le micro capte de champ réverbéré.

Un micro directionnel bien positionné en face de la source privilégie le champ direct.