

## À PROPOS DE LA PROTECTION CONTRE LE BRUIT

Dans cet exercice on cherche à évaluer le niveau sonore auquel peut être exposé un ouvrier sur un chantier de construction et on présente une technologie innovante de lutte contre le bruit.

2. On considère un bruit extérieur, reçu par une personne sur un chantier, caractérisé par une intensité sonore  $I_1 = 1,0 \times 10^{-3} \text{ W.m}^{-2}$  à la fréquence de 500 Hz.

- 2.1. Calculer le niveau sonore  $L_1$  du son reçu par cette personne (sans casque).
- 2.2. En déduire le niveau sonore  $L_2$  du son à travers un casque de protection « NoiseMaster® », puis calculer l'intensité sonore  $I_2$  correspondante.

3. Sur un chantier de travaux publics, un ouvrier (sans casque) est placé à une distance  $R = 1,0 \text{ m}$  d'un engin émettant un bruit de fréquence moyenne 125 Hz avec une puissance sonore  $P = 15 \text{ mW}$ .

- 3.1. Déterminer, en justifiant, si le bruit perçu par cet ouvrier présente un danger pour son système auditif.
- 3.2. L'ouvrier met son casque avec protection « NoiseMaster® ». Quel est alors le niveau sonore ressenti ? Le danger persiste-t-il ?
- 3.3. L'ouvrier retire son casque et s'éloigne pour se positionner à 10 m de l'engin. Cette opération est-elle plus efficace que celle décrite en 3.2. en termes de protection contre le bruit ?

**Document 1 :** Quelques données.

- Relation entre le niveau sonore  $L$  (dB) et intensité sonore  $I$  ( $\text{W.m}^{-2}$ ) :  

$$L = 10 \log \left( \frac{I}{I_0} \right)$$
 avec  $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$ , intensité sonore de référence.
- L'intensité sonore  $I$  à une distance  $R$  d'une source émettant dans toutes les directions est reliée à la puissance sonore  $P$  de cette source par la relation  $I = \frac{P}{S}$  où  $S$  représente la surface de la sphère de rayon  $R$  ( $S = 4\pi R^2$ ).

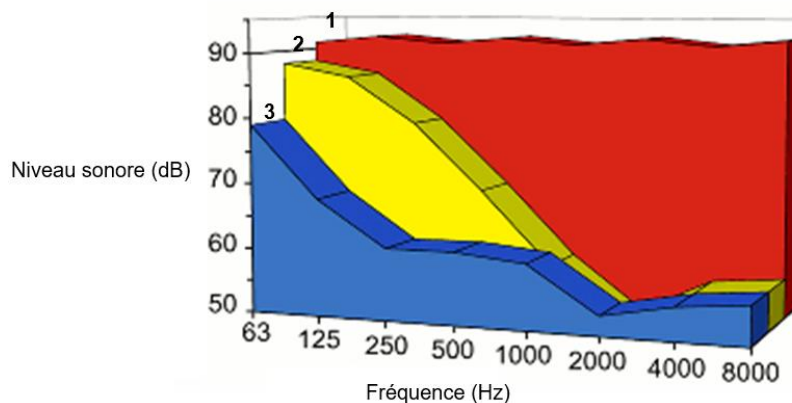
**Document 2 :** Échelle de niveaux sonores.

Niveau sonore (dB)	0	60	85	90	120
Effet sur l'auditeur	Limite d'audibilité	Bruit gênant	Seuil de risque	Seuil de danger	Seuil de douleur

**Document 4 :** Les différents types de casques antibruit.

Il existe deux types de casques antibruit : les casques passifs et les casques actifs.

Le graphe ci-dessous donne les atténuations des niveaux sonores apportés par ces deux types de casques. Pour un niveau sonore de bruit donné (courbe 1), la courbe 2 donne le niveau sonore après atténuation apportée par un casque passif et la courbe 3 celle apportée par un casque actif.



## CORRECTION

### 2.1. Exploiter la relation liant le niveau d'intensité sonore à l'intensité sonore

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

$$L = 10 \cdot \log\left(\frac{1,0 \times 10^{-3}}{1,0 \times 10^{-12}}\right) = \mathbf{90 \text{ dB sans casque}}$$

2.2. On détermine, graphiquement, le niveau sonore du son perçu à travers le casque actif.

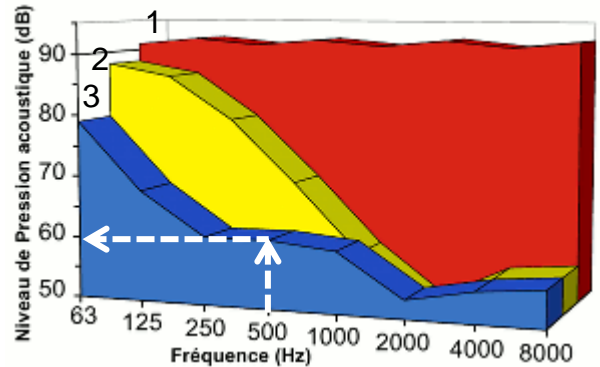
Sur la courbe 3, il s'agit de l'ordonnée du point d'abscisse  $f = 500 \text{ Hz}$ .

$L_2 = \mathbf{60 \text{ dB}}$

$$L_2 = 10 \cdot \log\left(\frac{I_2}{I_0}\right) \quad \frac{L_2}{10} = \log\left(\frac{I_2}{I_0}\right) \quad \frac{I_2}{I_0} = 10^{L_2/10}$$

$$I_2 = I_0 \cdot 10^{L_2/10}$$

$$I_2 = 1,0 \times 10^{-12} \times 10^6 = \mathbf{1,0 \times 10^{-6} \text{ W.m}^{-2}}$$



3.1. Déterminons le niveau sonore du bruit perçu.

$$I = \frac{P}{S} = \frac{P}{4 \cdot \pi \cdot R^2}$$

$$L = 10 \cdot \log\left(\frac{I}{I_0}\right) \quad L = 10 \cdot \log\left(\frac{P}{4 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot I_0}\right) = 10 \cdot \log\left(\frac{P}{4 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot I_0}\right) \quad L = 10 \cdot \log\left(\frac{15 \times 10^{-3}}{4 \cdot \pi \times 1,0^2 \times 1,0 \times 10^{-12}}\right) = \mathbf{91 \text{ dB}}$$

Le document 2 nous permet de dire que ce bruit **présente un danger pour le système auditif de l'ouvrier**, puisque le seuil de danger est dépassé ( $L > 90 \text{ dB}$ ).

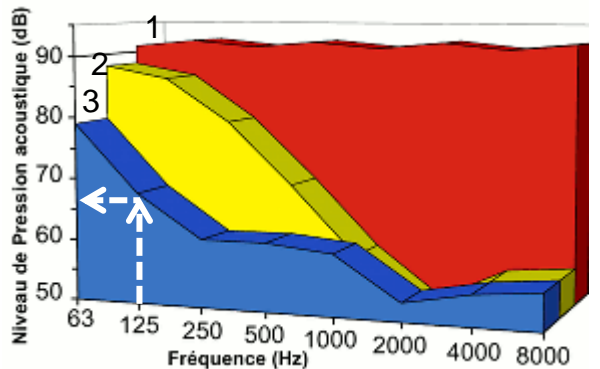
(Remarque : ce document ne mentionne pas la durée d'exposition qui est également à prendre en compte pour juger du danger).

3.2.

En considérant que le niveau sonore du son de l'engin (91 dB) est proche de 90 dB, on peut utiliser le doc.4.

Sur la courbe 3, on lit l'abscisse du point d'ordonnée 125 Hz.

Avec le casque, le niveau ressenti chute à environ **65 dB**, un niveau inférieur à celui du seuil de risque.



En négligeant le paramètre durée d'exposition, on peut dire que l'ouvrier équipé de son casque **ne risque plus rien**.

3.3.

On reprend l'expression établie précédemment :  $L = 10 \cdot \log\left(\frac{P}{4 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot I_0}\right)$  avec  $R = 10 \text{ m}$ .

$$L = 10 \cdot \log\left(\frac{15 \times 10^{-3}}{4 \cdot \pi \times 10^2 \times 1,0 \times 10^{-12}}\right) = \mathbf{71 \text{ dB à } 10 \text{ m de la source sonore.}}$$

Le niveau sonore avec un casque actif, déterminé au 3.2. était de 65 dB.

Ainsi s'éloigner de 10 m de la source sonore est moins efficace que de porter ce casque actif.