Sécurité acoustique

Bac 2026 Asie-Pacifique Jour 1 · Exercice 3 **5 points** **Durée conseillée 53 min**

Q1 Calculer le niveau d'intensité sonore L_1 perçu par l'ouvrier qui travaille sans protection sur sa machine.

Données utiles $I_1 = 3{,}0 \times 10^{-4}\ \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$; $I_0 = 1{,}0 \times 10^{-12}\ \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$

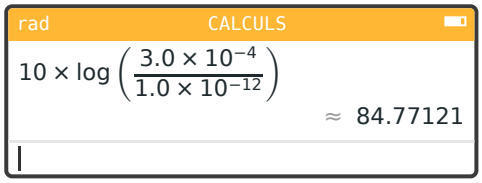
$$L_1 = 10 \log\left(\frac{I_1}{I_0}\right) = 10 \log\left(\frac{3{,}0 \times 10^{-4}}{1{,}0 \times 10^{-12}}\right)$$

$L_1 = 85\ \text{dB}$

PIÈGE
Utiliser la touche « ln » à la place de « log » : le niveau sonore se calcule avec le logarithme décimal.

COMPRENDRE
Les intensités sont données avec deux chiffres significatifs : on arrondit 84,77 à 85 dB. Tous les niveaux de l'exercice sont d'ailleurs donnés au décibel près.

À LA CALCULATRICE



Q2 En déduire la conséquence auditive pour l'ouvrier à l'aide de l'échelle des niveaux d'intensité sonore du document.

Données utiles $L_1 = 85\ \text{dB}$ (Q1)

Sur l'échelle du document, 85 dB se situe entre 80 dB et 100 dB, dans la zone « Inconfort ».

L'ouvrier ressent de l'**inconfort**.

COMPRENDRE
85 dB est aussi le seuil à partir duquel la législation rend la protection individuelle obligatoire : l'ouvrier devrait déjà porter une protection.

Q3 Montrer que l'ouvrier perçoit un niveau d'intensité sonore $L_{\text{total}} = 86\ \text{dB}$ lorsque son collègue utilise son outillage à proximité.

Données utiles $L_2 = 80\ \text{dB}$; $I_1 = 3{,}0 \times 10^{-4}\ \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$; $I_0 = 1{,}0 \times 10^{-12}\ \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$

Intensité sonore due à l'outillage : $L_2 = 10 \log\left(\frac{I_2}{I_0}\right)$ donne $I_2 = I_0 \times 10^{L_2/10}$.

$I_2 = 1{,}0 \times 10^{-12} \times 10^{80/10} = 1{,}0 \times 10^{-4}\ \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$

Les intensités sonores des deux sources s'ajoutent :

$I_{\text{total}} = I_1 + I_2 = 3{,}0 \times 10^{-4} + 1{,}0 \times 10^{-4} = 4{,}0 \times 10^{-4}\ \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$

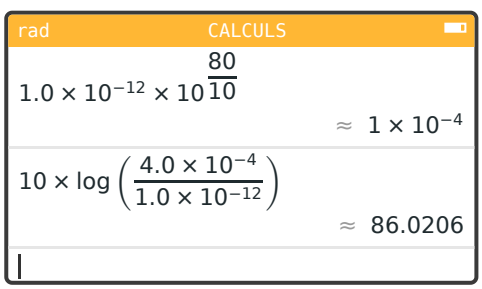
$$L_{\text{total}} = 10 \log\left(\frac{I_{\text{total}}}{I_0}\right) = 10 \log\left(\frac{4{,}0 \times 10^{-4}}{1{,}0 \times 10^{-12}}\right)$$

$L_{\text{total}} = 86{,}0\ \text{dB} \approx 86\ \text{dB}$: c'est la valeur attendue.

PIÈGE
Additionner les niveaux : $85 + 80 = 165\ \text{dB}$ n'a aucun sens. Seules les intensités sonores, en $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$, s'ajoutent.

MÉTHODE
Plusieurs sources : 1) convertir chaque niveau en intensité avec $I = I_0 \times 10^{L/10}$; 2) additionner les intensités ; 3) revenir au niveau avec $L = 10 \log(I/I_0)$.

À LA CALCULATRICE



Q4 Indiquer si un mode de protection auditive est plus adapté qu'un autre pour l'ouvrier parmi ceux de la figure 1.

Données utiles $L_{\text{total}} = 86$ dB (Q3) ; niveau acceptable après atténuation : entre 65 dB et 80 dB

L'ouvrier reçoit 86 dB. Sur la figure 1, pour un niveau reçu voisin de 85 dB, le casque et les bouchons atténuent tous deux d'environ 20 dB.

Niveau perçu avec l'une ou l'autre protection : $86 - 20 = 66$ dB, valeur comprise entre 65 dB et 80 dB.

Aucun mode n'est plus adapté que l'autre : les deux protections conviennent.

PIÈGE
Comparer les courbes à 110 dB ou 120 dB, là où elles s'écartent. Il faut lire la figure au niveau réellement reçu par l'ouvrier, ici 86 dB.

Q5 En ne tenant compte que de la machine d'usinage, calculer la distance d' à laquelle devrait se trouver l'ouvrier pour que le niveau d'intensité sonore soit inférieur à L_{Max}. Commenter.

Données utiles $L = 110$ dB à $d = 20$ m ; $L_{\text{Max}} = 85$ dB ; $L' = L - 10\log\left(\frac{d'}{d}\right)$

On cherche la distance pour laquelle $L' = L_{\text{Max}}$:

$10\log\left(\frac{d'}{d}\right) = L - L_{\text{Max}}$, soit $\frac{d'}{d} = 10^{(L-L_{\text{Max}})/10}$, donc

$$d' = d \times 10^{(L-L_{\text{Max}})/10} = 20 \times 10^{(110-85)/10}$$

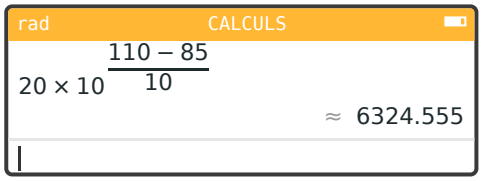
$d' = 6{,}3 \times 10^3$ m $= 6{,}3$ km : le niveau est inférieur à 85 dB au-delà de cette distance.

Commentaire : un atelier ne mesure pas plusieurs kilomètres. S'éloigner de la machine ne suffit pas, une protection auditive est indispensable.

PIÈGE
Oublier les parenthèses autour de l'exposant à la calculatrice, ou s'arrêter au nombre : « Commenter » rapporte des points.

COMPRENDRE
Le niveau L' diminue quand d' augmente : la condition $L' < L_{\text{Max}}$ donne donc $d' > 6{,}3$ km, une distance minimale.

À LA CALCULATRICE



Q6 Déterminer, en justifiant, le mode de protection que doit utiliser l'ouvrier lorsqu'il est soumis à la fois à sa machine, à l'outil de son collègue et à la machine d'usinage située à 20 m.

Données utiles $I_1 + I_2 = 4{,}0 \times 10^{-4}$ W · m^{-2} (Q3) ; $L_3 = 110$ dB ; $I_0 = 1{,}0 \times 10^{-12}$ W · m^{-2} ; niveau acceptable : entre 65 dB et 80 dB

Intensité sonore due à la machine d'usinage : $I_3 = I_0 \times 10^{L_3/10} = 1{,}0 \times 10^{-12} \times 10^{110/10} = 1{,}0 \times 10^{-1}$ W · m^{-2}

Intensité totale reçue : $I = I_1 + I_2 + I_3 = 4{,}0 \times 10^{-4} + 1{,}0 \times 10^{-1} = 1{,}004 \times 10^{-1}$ W · m^{-2}

Niveau reçu : $L = 10\log\left(\frac{1{,}004 \times 10^{-1}}{1{,}0 \times 10^{-12}}\right) = 110$ dB

Lecture de la figure 1 pour 110 dB reçus :

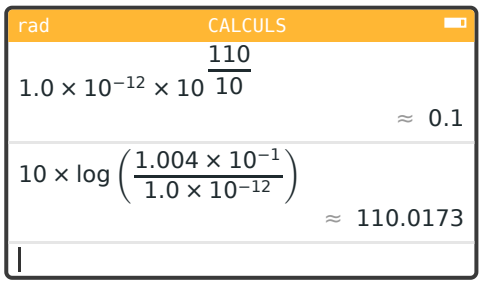
- casque serre-tête : atténuation de 35 dB, niveau perçu $110 - 35 = 75$ dB, compris entre 65 dB et 80 dB ;
- bouchons d'oreille : atténuation de 26 dB, niveau perçu $110 - 26 = 84$ dB, supérieur à 80 dB.

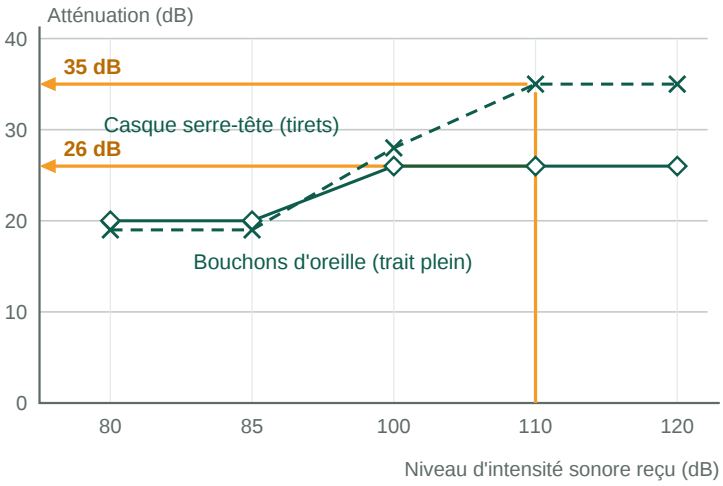
L'ouvrier doit porter le **casque serre-tête** : niveau perçu de 75 dB, seul acceptable.

COMPRENDRE
La machine d'usinage émet une intensité 250 fois plus grande que les deux autres sources réunies : elle impose à elle seule le niveau total, qui reste à 110 dB.

MÉTHODE
Question ouverte : 1) niveau total reçu ; 2) atténuation de chaque protection lue à ce niveau ; 3) niveau perçu comparé à l'intervalle acceptable du document ; 4) conclusion.

À LA CALCULATRICE





Q6 · Figure 1 du sujet, avec les lectures pour un niveau reçu de 110 dB