Sécurité acoustique

Bac 2024 Centres étrangers 1 Bis · Exercice 2 **5 points** **Durée conseillée 53 min**

Q1 Calculer l'intensité sonore I_1 perçue par un travailleur situé à la distance d_1 du canon anti-grêle.

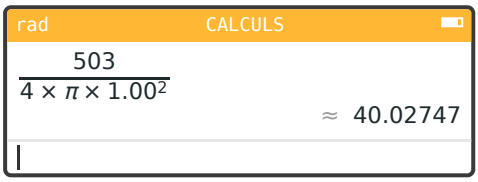
Données utiles $P = 503$ W ; $d_1 = 1{,}00$ m ; $I = \dfrac{P}{4 \times \pi \times d^2}$

Le canon est assimilé à une source ponctuelle :

$$I_1 = \frac{P}{4 \times \pi \times d_1^2} = \frac{503}{4 \times \pi \times 1{,}00^2}$$

$I_1 = 40{,}0 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$

À LA CALCULATRICE



PIÈGE
Oublier le carré sur la distance, ou donner le résultat en watts : une intensité sonore s'exprime en $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$.

COMPRENDRE
Trois chiffres significatifs, comme P et d_1. La puissance émise se répartit sur une sphère d'aire $4\pi d^2$ centrée sur la source : l'intensité est une puissance par unité de surface.

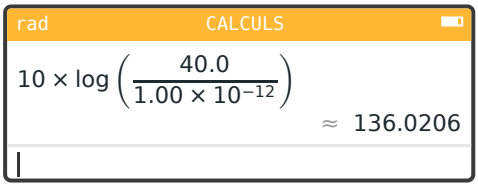
Q2 Montrer que le niveau d'intensité sonore à la distance d_1 du canon vaut $L_1 = 136$ dB.

Données utiles $I_1 = 40{,}0 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ (Q1) ; $I_0 = 1{,}00 \times 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$

$$L_1 = 10 \times \log\left(\frac{I_1}{I_0}\right) = 10 \times \log\left(\frac{40{,}0}{1{,}00 \times 10^{-12}}\right)$$

$L_1 = 136$ dB : on retrouve bien la valeur annoncée.

À LA CALCULATRICE



PIÈGE
Utiliser la touche « ln » au lieu de « log » : le niveau sonore est défini avec le logarithme décimal.

MÉTHODE
Pour un « montrer que », écrire la relation, l'application numérique, puis la valeur calculée avant de la comparer à la valeur attendue.

Q3 À l'aide du document 1, indiquer quels conseils donner à une personne qui travaille dans un périmètre d'un mètre autour du canon en fonctionnement.

Données utiles $L_1 = 136$ dB (Q2) ; le canon émet des ondes de choc brèves.

Les détonations sont des bruits courts, de niveau $L_1 = 136$ dB à un mètre : $135 \text{ dB} \leqslant L_1 < 137 \text{ dB}$. C'est la deuxième ligne du tableau, colonne « Bruits courts ».

Il faut conseiller à cette personne de porter des protections individuelles contre le bruit (PICB) mises à sa disposition, de s'informer et de se former sur les risques et sur ces protections, et de passer l'examen audiométrique préventif proposé.

PIÈGE
Lire la colonne « Exposition quotidienne pendant 8 h » : le travailleur n'est présent que ponctuellement et les explosions sont brèves, c'est donc la colonne « Bruits courts » qui s'applique.

Q4 À l'aide du plan, déterminer la distance d_2 puis en déduire le niveau d'intensité sonore L_2 d'une détonation au niveau de l'habitation H.

Données utiles échelle : 1 cm correspond à 100 m ; $L_1 = 136$ dB ; $d_1 = 1{,}00$ m ; $L_2 = L_1 - 20 \times \log\left(\frac{d_2}{d_1}\right)$

Sur le plan, on mesure $HC = 11{,}5$ cm avec la règle graduée fournie. Avec l'échelle :

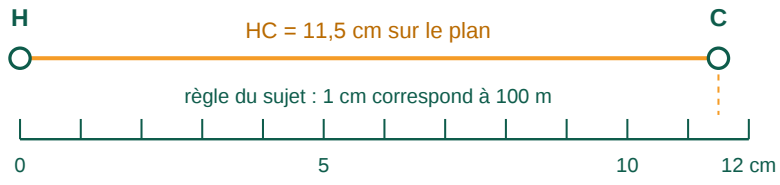
$$d_2 = 11{,}5 \times 100 = 1{,}15 \times 10^3 \text{ m}$$

$$L_2 = L_1 - 20 \times \log\left(\frac{d_2}{d_1}\right) = 136 - 20 \times \log\left(\frac{1{,}15 \times 10^3}{1{,}00}\right)$$

$d_2 = 1{,}15 \times 10^3$ m et $L_2 = 75$ dB

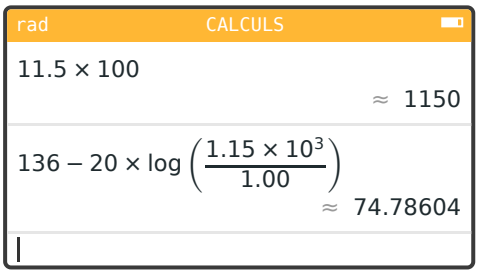
COMPRENDRE
Une lecture de 11,4 cm ou 11,6 cm conduit au même niveau, 75 dB. Le logarithme rend le résultat peu sensible à la mesure : multiplier la distance par 10 ne retire que 20 dB.

MÉTHODE
Mesurer avec la règle imprimée sous le plan plutôt qu'avec sa propre règle : si l'impression a changé la taille du document, la règle du sujet a subi la même déformation.



Q4 · Mesure de la distance HC sur le plan

À LA CALCULATRICE



Q5 Déterminer si les détonations du canon présentent un risque sonore pour les habitants de l'habitation H et expliquer pourquoi.

Données utiles $L_2 = 75$ dB (Q4) ; document 1

Au niveau de l'habitation, $L_2 = 75$ dB. Cette valeur est inférieure à 80 dB, premier seuil du document 1 pour une exposition quotidienne, et très inférieure à 135 dB, premier seuil pour les bruits courts.

Les détonations ne présentent pas de risque pour l'audition des habitants : aucune action spécifique n'est requise à ce niveau sonore.

COMPRENDRE
L'habitant est exposé de manière continue : la comparaison la plus exigeante est celle de la colonne « Exposition quotidienne ». Même avec ce critère, le seuil de 80 dB n'est pas atteint.

Q6 Calculer, au niveau de l'habitation, la valeur de l'émergence sonore ε_S due au fonctionnement du canon.

Données utiles $L_H = 65$ dB ; $L_2 = 75$ dB

L'émergence sonore est la différence entre le niveau du son ponctuel et le niveau ambiant :

$$\varepsilon_S = L_2 - L_H = 75 - 65$$

$\varepsilon_S = 10$ dB

PIÈGE
Diviser les niveaux ou repasser par les intensités : l'énoncé définit l'émergence comme une simple différence de niveaux, en décibels.

Q7 Commenter ce résultat en considérant les attendus du code de la santé publique.

Données utiles $\varepsilon_S = 10$ dB (Q6) ; limites : $+5$ dB le jour, $+3$ dB la nuit

$\varepsilon_S = 10\ \text{dB} > 5\ \text{dB}$: l'émergence est deux fois plus grande que la limite de jour, et dépasse encore plus largement la limite de nuit (3 dB).

Le canon ne respecte pas le code de la santé publique : sans danger pour l'audition, ses détonations sont une source de stress pour les habitants.

COMPRENDRE
Deux risques distincts sont étudiés : le niveau sonore, qui menace l'audition (Q5), et l'émergence, qui mesure la gêne par rapport au bruit ambiant. Le premier peut être écarté sans que le second le soit.

Q8 Parmi les matériaux du document 2, préciser celui qui est le plus adapté pour tapisser les parois du silencieux. Justifier.

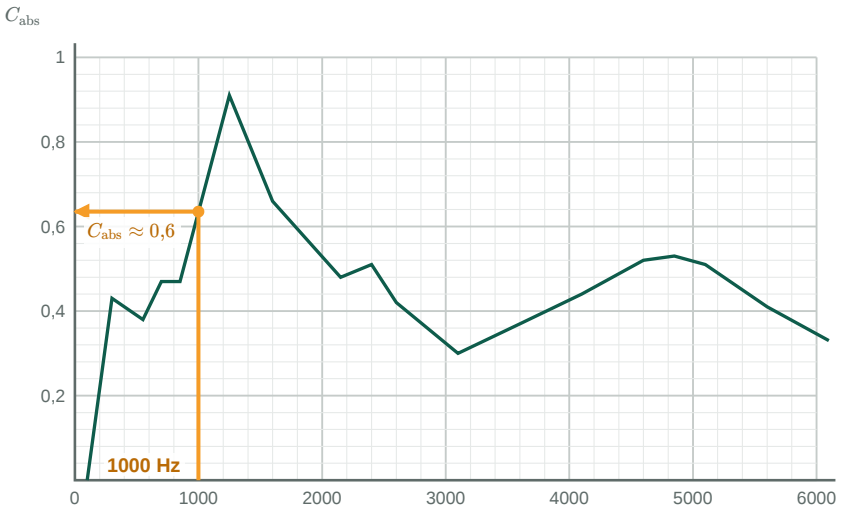
Données utiles fréquence du son à absorber : $f \approx 1000$ Hz

Le meilleur isolant est celui dont le coefficient d'absorption est le plus élevé à la fréquence du coup de canon. On lit sur chaque courbe à $f = 1000$ Hz :

- a) mousse alvéolaire : $C_{\text{abs}} \approx 0{,}25$;
- b) mousse faces lisses : $C_{\text{abs}} \approx 0{,}6$;
- c) mousse mélamine : $C_{\text{abs}} \approx 0{,}4$.

Le matériau le plus adapté est la **mousse faces lisses** (b), qui absorbe le mieux autour de 1000 Hz.

PIÈGE
Choisir la mousse mélamine parce que sa courbe est globalement la plus haute. Elle l'emporte au-delà de 2000 Hz, mais seule compte la fréquence du son à atténuer.



Q8 · Document 2 b) Mousse faces lisses 30 mm, avec la lecture à 1000 Hz

Q9 Déterminer si le canon muni d'un silencieux représente un facteur de risque sonore au niveau de l'habitation H selon les attendus du code de la santé publique. Justifier.

Données utiles atténuation due au silencieux : 14 dB ; $L_2 = 75$ dB ; $L_H = 65$ dB

Le silencieux retire 14 dB au niveau émis ; la distance étant inchangée, le niveau reçu en H diminue d'autant :

$L'_2 = L_2 - 14 = 75 - 14 = 61$ dB

Nouvelle émergence : $\varepsilon'_S = L'_2 - L_H = 61 - 65 = -4$ dB.

La détonation arrive avec un niveau inférieur au niveau ambiant : elle ne le fait pas émerger. La limite de $+5$ dB le jour, comme celle de $+3$ dB la nuit, est respectée.

$L'_2 = 61$ dB $< L_H$: muni du silencieux, le canon n'est plus un facteur de risque sonore pour l'habitation H.

COMPRENDRE
Le terme $20 \times \log(d_2/d_1)$ ne dépend que des distances : une baisse de 14 dB à la source se retrouve telle quelle à l'arrivée. Inutile de refaire le calcul de Q4.

COMPRENDRE
Réserve possible : $L_H = 65$ dB est une moyenne. La nuit, le niveau ambiant est sans doute plus faible et la limite de $+3$ dB pourrait alors être dépassée.