Nuisances sonores d'un aéroport

Bac 2021 Polynésie · Exercice 2 **5 points** **Durée conseillée 55 min**

1 Calculer le niveau d'intensité sonore L_{A1} correspondant à l'intensité sonore I_{A1}.

Données utiles $I_{A1} = 7{,}9 \times 10^{-6}\ \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$; $I_0 = 1{,}0 \times 10^{-12}\ \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$

$$L_{A1} = 10 \log\left(\frac{I_{A1}}{I_0}\right)$$

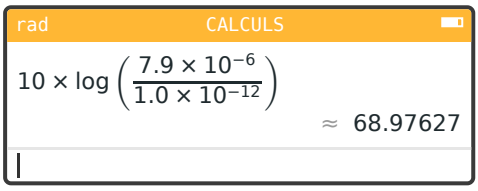
$$L_{A1} = 10 \log\left(\frac{7{,}9 \times 10^{-6}}{1{,}0 \times 10^{-12}}\right)$$

$$\boxed{L_{A1} = 69\ \text{dB}}$$

PIÈGE
Utiliser la touche « ln » au lieu de « log » : la relation fait intervenir le logarithme décimal.

COMPRENDRE
Les deux intensités sont données avec deux chiffres significatifs : on arrondit à 69 dB. Afficher 68,976 dB n'aurait pas de sens pour une mesure de bruit.

À LA CALCULATRICE



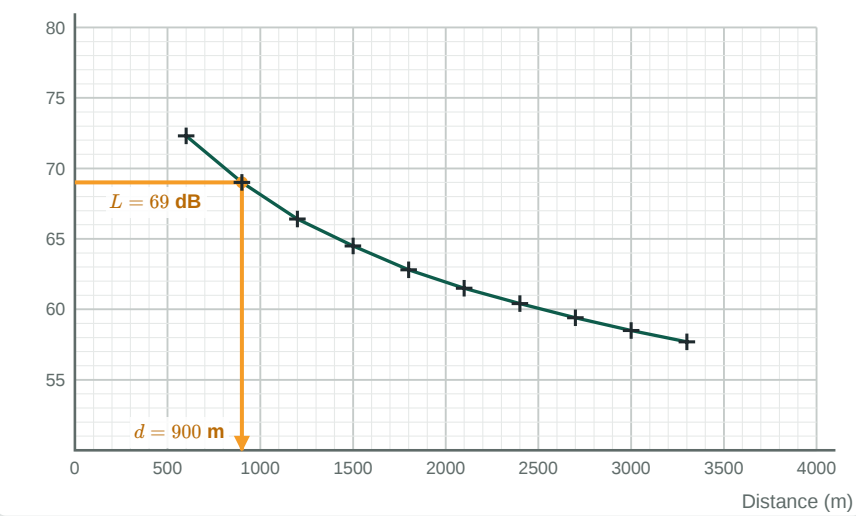
2 Déterminer la distance d à laquelle se trouve l'habitation la plus proche de l'aéroport.

Données utiles $L_{A1} = 69$ dB (Q1) ; figure 1

La mesure a été faite près de cette habitation, pour un avion A1. Sur la figure 1, on cherche sur la courbe A1 (triangles) le point d'ordonnée 69 dB, puis on lit son abscisse.

$$\boxed{d \approx 900\ \text{m}}$$

PIÈGE
Lire sur la courbe A2 ou A3. La légende place A3 au-dessus, A1 au milieu et A2 en dessous : à 69 dB, la courbe A3 donnerait environ 1300 m.



2 · Courbe de l'avion A1 (figure 1 du sujet) et lecture de la distance

3 Parmi les trois types d'avions A1, A2 et A3, citer le plus bruyant.

À toute distance, la courbe de l'avion A3 est située au-dessus des deux autres : à distance égale, son niveau d'intensité sonore est le plus élevé.

L'avion le plus bruyant est **A3**.

MÉTHODE
Pour comparer des sources, il faut se placer à la même distance : on compare les ordonnées des trois courbes pour une même abscisse.

4 À l'aide de la figure 1, estimer la diminution du niveau d'intensité sonore L lorsque la distance à la source est multipliée par deux.

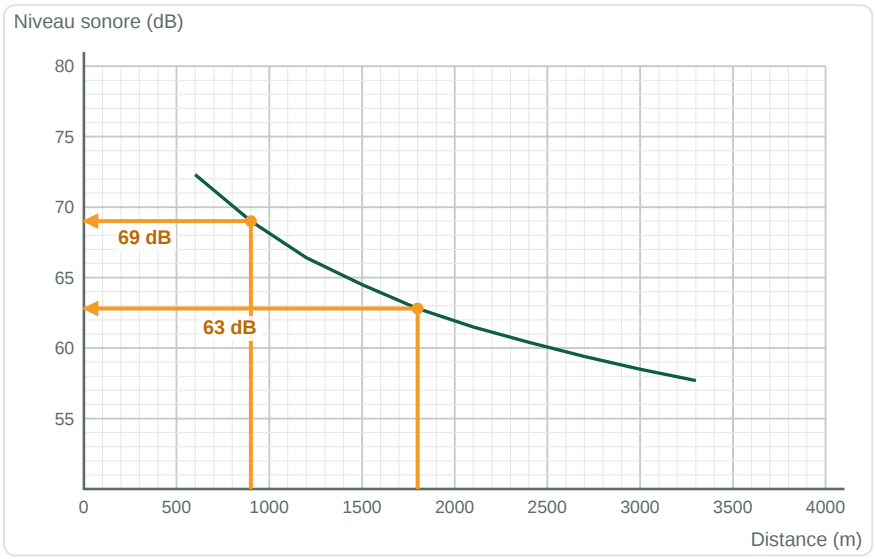
Sur la courbe A1 : à $d = 900$ m, $L \approx 69$ dB ; à $2d = 1800$ m, $L \approx 63$ dB .

$69 - 63 = 6$ dB

Le niveau d'intensité sonore diminue d'environ 6 dB quand la distance double.

COMPRENDRE
Le résultat ne dépend ni de l'avion ni de la distance de départ. Si d double, la surface $4\pi d^2$ est multipliée par 4, I est divisée par 4 et L baisse de $10 \log 4 \approx 6$ dB.

MÉTHODE
Choisir deux abscisses faciles à lire, où des points de mesure sont marqués (900 et 1800 m, ou 1500 et 3000 m), plutôt que des valeurs entre deux graduations.



4 · Courbe A1 : lectures à 900 m et à 1800 m

5 Calculer le niveau d'intensité sonore L_{total} mesuré chez le riverain si deux avions A1 décollaient au même instant.

Données utiles $I_{A1} = 7{,}9 \times 10^{-6}$ W · m^{-2} ; $I_0 = 1{,}0 \times 10^{-12}$ W · m^{-2}

Les intensités sonores s'ajoutent : $I_{total} = I_{A1} + I_{A1} = 2\,I_{A1}$.

$$L_{total} = 10 \log\left(\frac{2\,I_{A1}}{I_0}\right)$$

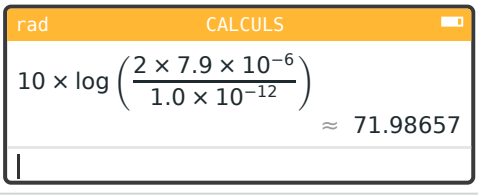
$$L_{total} = 10 \log\left(\frac{2 \times 7{,}9 \times 10^{-6}}{1{,}0 \times 10^{-12}}\right)$$

$L_{total} = 72$ dB

PIÈGE
Additionner les niveaux : $69 + 69 = 138$ dB est faux. Seules les intensités I s'ajoutent, jamais les niveaux L.

COMPRENDRE
Doubler l'intensité ajoute $10 \log 2 \approx 3$ dB, quel que soit le niveau de départ : $69 + 3 = 72$ dB.

À LA CALCULATRICE



6 Calculer le niveau d'intensité sonore L_{A4} de l'avion A4 perçu près de l'habitation d'un riverain situé à la distance d de la piste.

Données utiles $P = 452\ \text{kW}$; $d = 900\ \text{m}$; $I_0 = 1{,}0 \times 10^{-12}\ \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$

Intensité sonore à la distance d : $I_{A4} = \dfrac{P}{S} = \dfrac{P}{4\pi d^2}$

$$I_{A4} = \frac{452 \times 10^3}{4\pi \times 900^2} = 4{,}44 \times 10^{-2}\ \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$$

Niveau d'intensité sonore : $L_{A4} = 10\ \log\left(\dfrac{I_{A4}}{I_0}\right)$

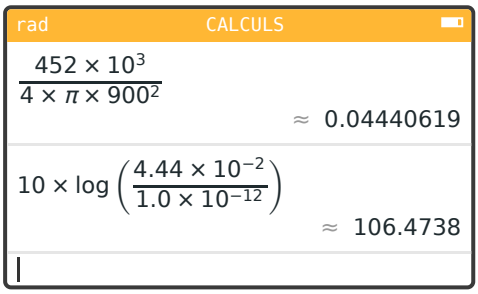
$$L_{A4} = 10\ \log\left(\frac{4{,}44 \times 10^{-2}}{1{,}0 \times 10^{-12}}\right)$$

$L_{A4} = 106\ \text{dB}$

PIÈGE
Laisser la puissance en kilowatts : $452\ \text{kW} = 452 \times 10^3\ \text{W}$. Autre oubli fréquent : le carré sur d, ou les parenthèses au dénominateur lors de la saisie.

MÉTHODE
Deux étapes à enchaîner : la puissance et la distance donnent l'intensité ($I = P/S$), puis l'intensité donne le niveau ($L = 10\ \log(I/I_0)$).

À LA CALCULATRICE



7 À l'aide du tableau, déterminer si le niveau d'intensité sonore L_{A4} est vraiment nuisible pour ce riverain.

Données utiles $L_{A4} = 106\ \text{dB}$ (Q6) ; seuil de danger : 90 dB ; seuil de douleur : 120 dB

$L_{A4} = 106\ \text{dB}$ est supérieur à 90 dB : le seuil de danger est dépassé, sans atteindre le seuil de douleur (120 dB).

$L_{A4} > 90\ \text{dB}$: ce bruit est réellement nuisible, il présente un danger pour l'audition du riverain.

MÉTHODE
Pour une question « déterminer si », situer la valeur calculée entre deux lignes du tableau, puis conclure par une phrase qui répond à la question posée.

8 Conseiller le riverain sur le type de vitrage à installer, puis indiquer si ce choix résoudra le problème des nuisances sonores.

Données utiles sifflement à $f \approx 3500$ Hz ; $L_{A4} = 106$ dB (Q6) ; figure 2

On lit sur la figure 2 l'atténuation de chaque vitrage à 3500 Hz : environ 27 dB pour le vitrage 4 mm actuel, 42 dB pour le vitrage 8 mm et 44 dB pour le vitrage double 8-12-4 mm.

Le vitrage double 8-12-4 mm atténue le plus cette fréquence : c'est celui qu'il faut conseiller.

Niveau perçu à l'intérieur : $L = L_{A4} - A = 106 - 44 = 62$ dB

Vitrage double 8-12-4 mm ; il reste environ 62 dB, au-dessus de 60 dB (bruit gênant) : la nuisance est fortement réduite, mais le problème n'est pas entièrement résolu.

PIÈGE

Diviser le niveau par l'atténuation ou raisonner sur les intensités. Une atténuation en décibels se retranche directement du niveau sonore.

COMPRENDRE

Avec le vitrage 4 mm actuel, il reste environ $106 - 27 = 79$ dB, proche d'un bruit très gênant. Le vitrage 8 mm ferait presque aussi bien que le double à cette fréquence (environ 64 dB).

À LA CALCULATRICE

