Spécialité : Au concert

Bac S 2019 Afrique (ancien programme) · Exercice 4 **5 points** **Durée conseillée 50 min**

1 Quelle valeur affiche le sonomètre si l'ingénieur du son se décale de 45° par rapport à l'axe principal, en restant à la même distance du haut-parleur ? Justifier.

Données utiles dans l'axe (0°), à 2,0 m : $L = 115$ dB ; diagramme d'émission du haut-parleur

La distance au haut-parleur ne change pas : seule la direction modifie le niveau mesuré.

Sur le diagramme d'émission, les cercles sont espacés de 1 dB. Sur le rayon repéré 45°, la courbe coupe le cercle situé entre -8 dB et -10 dB : l'atténuation vaut -9 dB par rapport à l'axe.

$L_{45^\circ} = 115 - 9$

$\boxed{L_{45^\circ} = 106 \text{ dB}}$

PIÈGE

Lire la graduation sur le mauvais rayon : les rayons sont tracés tous les 15°, celui de 45° est le troisième à partir de l'axe. La courbe est symétrique, $+45^\circ$ ou -45° donnent la même valeur.

COMPRENDRE

Une atténuation en décibels s'ajoute algébriquement au niveau L : on ne divise pas 115 par 9. Le résultat est donné au décibel près, comme la valeur du sonomètre et la lecture du diagramme.

2 Déterminer la durée à partir de laquelle une exposition à 100 dB est dangereuse. Problème : l'auditeur repéré sur la vue aérienne peut-il écouter l'intégralité d'un concert en toute sécurité ?

Données utiles seuil de 85 dB pendant 8 h, relevé de 3 dB chaque fois que la durée est divisée par 2 ; $I_0 = 1{,}0 \times 10^{-12}\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$; $I = \dfrac{k}{d^2}$; $L = 115$ dB à 2,0 m dans l'axe ; échelle de la vue aérienne

Durée limite à 100 dB

$100 - 85 = 15\ \text{dB} = 5 \times 3\ \text{dB}$: la durée de 8 h est divisée cinq fois par 2.

$\Delta t = \dfrac{8}{2^5} = 0{,}25\ \text{h}$, soit 15 min. Au-delà de **15 min** à 100 dB, l'exposition est dangereuse.

Problème

Position de l'auditeur. Sur la vue aérienne, l'auditeur est sur le rayon repéré 30°, de l'autre côté de l'axe. Le segment haut-parleur–auditeur a la même longueur que le segment d'échelle : $d = 10$ m.

Constante k du haut-parleur. De $L = 10\ \log \dfrac{I}{I_0}$ on tire $I = I_0 \times 10^{L/10}$. À 2,0 m dans l'axe :

$$I_2 = 1{,}0 \times 10^{-12} \times 10^{11{,}5} = 0{,}316\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$$

$$k = I_2 \times d_2^2 = 0{,}316 \times 2{,}0^2 = 1{,}26\ \text{W}$$

Niveau à 10 m dans l'axe.

$$I_{10} = \frac{k}{d^2} = \frac{1{,}26}{10^2} = 1{,}26 \times 10^{-2}\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$$

$$L_{10} = 10\ \log \frac{1{,}26 \times 10^{-2}}{1{,}0 \times 10^{-12}} = 101\ \text{dB}$$

Effet de la direction. À 30° de l'axe, le diagramme d'émission indique une atténuation de -6 dB :

$$L_{\text{auditeur}} = 101 - 6 = 95\ \text{dB}$$

Durée limite. D'après la règle des 3 dB : 85 dB → 8 h ; 88 dB → 4 h ; 91 dB → 2 h ; 94 dB → 1 h ; 97 dB → 30 min. Avec 95 dB, la durée limite est comprise entre 30 min et 1 h.

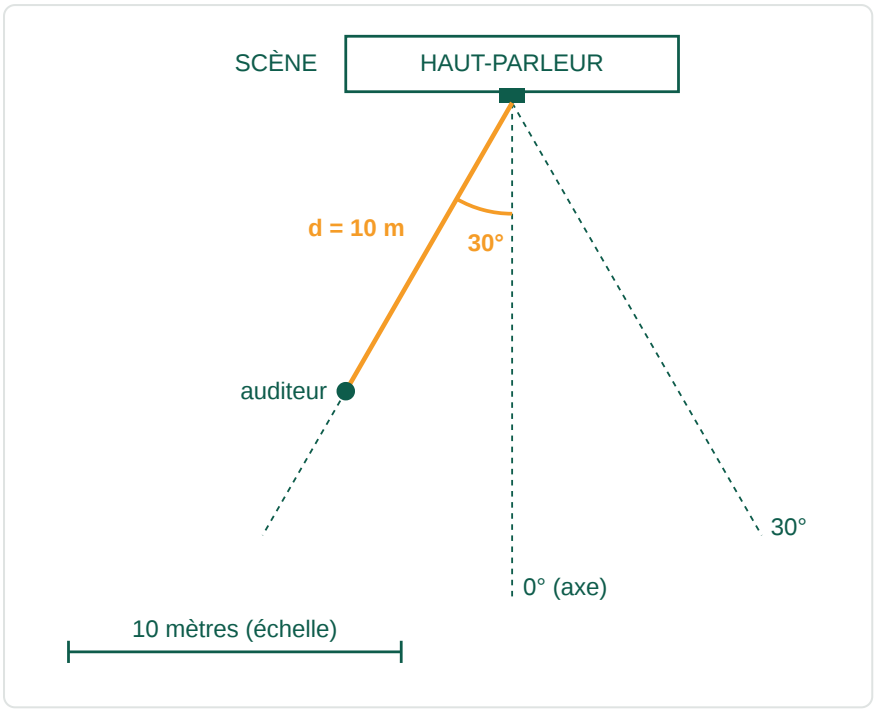
Regard critique. Un concert dure en général plus d'une heure : à cette place, le seuil de danger est dépassé avant la fin. Le calcul est toutefois majorant, car 115 dB est un niveau crête qui n'est pas atteint en permanence, et le public absorbe une partie du son. À l'inverse, les réflexions sur les murs, ignorées par la loi $I = \dfrac{k}{d^2}$, augmentent le niveau reçu. Les lectures graphiques (distance, atténuation) sont faites à 1 dB près environ, ce qui ne change pas la conclusion.

15 min à 100 dB. L'auditeur reçoit environ 95 dB : durée limite inférieure à 1 h, il ne peut pas écouter tout le concert en sécurité sans s'éloigner, s'écarter de l'axe ou porter des protections auditives.

PIÈGE
Appliquer la loi en $\dfrac{1}{d^2}$ directement aux décibels (écrire $115 \div 25$), ou oublier l'un des deux effets : la distance fait perdre 14 dB, la direction 6 dB de plus.

COMPRENDRE
Multiplier la distance par 5 divise I par 25, donc retire $10\ \log 25 = 14$ dB : on obtient $115 - 14 = 101$ dB sans calculer k. Diviser I par 2 retire 3 dB, d'où la règle du texte.

MÉTHODE
Problème ouvert : 1) dire ce qu'on cherche (le niveau reçu) ; 2) mesurer sur les documents (distance, angle) ; 3) calculer ; 4) comparer au seuil ; 5) discuter les hypothèses et proposer une solution.



2 · Vue aérienne : mesure de la distance et de l'angle

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$\frac{8}{2^5}$ ≈ 0.25

$1.0 \times 10^{-12} \times 10^{\frac{115}{10}}$ ≈ 0.3162278

0.316×2.0^2 ≈ 1.264

$10 \times \log\left(\frac{1.26 \times 10^{-2}}{1.0 \times 10^{-12}}\right)$ ≈ 101.0037