Corrigé et barème – Entendre et protéger son audition

Oreille humaine, transmission du son, intensité sonore et niveau en décibels, seuils, risques auditifs et protection (programme d'enseignement scientifique de 1re)

Durée : 120 min – Sans document – Sur 20 points · Enseignement scientifique 1re

Exercice 1 – L'oreille, du tympan au cerveau *(4 pts)*

a) Pavillon → conduit auditif → tympan → osselets (marteau, enclume, étrier) → fenêtre ovale → cochlée → nerf auditif → aires auditives du cortex. (1)

b) Conversion de la vibration mécanique en message nerveux, réalisée par les cellules ciliées de la cochlée (inclinaison des stéréocils → signal électrique). (1)

c) Chaque région de la cochlée répond à une gamme de fréquences : la base aux aigus, le sommet aux graves. (1)

d) Le cérumen obstrue le conduit auditif (oreille externe) : il gêne la transmission du son sans atteindre la cochlée. C'est une surdité de transmission, réversible après retrait du bouchon. (1)

Le point clé — Transmettre (oreilles externe et moyenne) et convertir (cochlée) sont deux fonctions distinctes : leur atteinte donne deux surdités différentes.

Exercice 2 – Calculs de niveaux sonores *(4 pts)*

a) $L = 10\log(7{,}0\times10^{6}) \approx 10\times6{,}845 \approx 68{,}5$ dB. (1)

b) $I = 10^{-12}\times10^{10{,}6} = 10^{-1{,}4} \approx 4{,}0\times10^{-2}$ W·m⁻². (1)

c) $L' = 10\log\left(\frac{5I}{I_0}\right) = L + 10\log 5 \approx L + 6{,}99$, soit environ + 7 dB, quel que soit L. (1)

d) Il a utilisé le logarithme népérien au lieu du logarithme décimal ; le résultat, supérieur au seuil de douleur pour un son faible, aurait dû l'alerter. Le bon niveau est 68,5 dB. (1)

Erreur fréquente — Le niveau sonore se calcule avec log (décimal), jamais avec ln : vérifier l'ordre de grandeur du résultat évite l'erreur.

Exercice 3 – Ventilateurs et conversation *(4 pts)*

a) $L = 52 + 10\log 3 \approx 52 + 4{,}77 \approx 56{,}8$ dB. (1)

b) $I_v = 3\times10^{-6{,}8} \approx 4{,}75\times10^{-7}$ W·m⁻² ; $I_c = 10^{-5{,}9} \approx 1{,}259\times10^{-6}$ W·m⁻² ; $I = 1{,}734\times10^{-6}$ W·m⁻², d'où $L = 10\log(1{,}734\times10^{6}) \approx 62{,}4$ dB. (1)

c) Ce sont les intensités qui s'additionnent, pas les niveaux. La conversation est environ 2,6 fois plus intense que les ventilateurs réunis : elle impose presque le niveau total. (1)

d) $52 + 10\log n = 62$ donne $\log n = 1$, donc $n = 10$ ventilateurs. (1)

Astuce — Pour n sources identiques, $L = L_1 + 10\log n$: gagner 10 dB demande dix fois plus de sources.

Exercice 4 – Écouter de la musique au casque *(4 pts)*

a) Écart $95 - 80 = 15$ dB, soit 5 divisions par deux : $\frac{8}{2^5} = 0{,}25$ h $= 15$ min. (1)

b) $\frac{90\text{ min}}{15\text{ min}} = 6$: elle reçoit 6 fois la dose admissible. (1)

c) Niveau $95 - 9 = 86$ dB(A), écart de 6 dB, soit 2 divisions par deux : $\frac{8}{2^2} = 2$ h. Sa durée d'écoute de 1 h 30 devient acceptable. (1)

d) La douleur n'apparaît que vers 120 dB, alors que les cellules ciliées peuvent être détruites dès 80 dB(A) pour une longue durée : l'absence de douleur ne prouve pas l'absence de danger. (1)

Attention — Le risque dépend du niveau et de la durée : 3 dB(A) de plus, c'est deux fois moins de temps d'écoute sans danger.

Exercice 5 – Lire deux audiogrammes *(4 pts)*

a) B a une audition normale (pertes de 0 à 10 dB). A présente une perte qui croît avec la fréquence : faible dans les graves, 35 dB à 2 000 Hz et 65 dB à 8 000 Hz : les aigus sont les plus touchés (presbyacousie). (1)

b) Par tonotopie, les aigus sont traités à la base de la cochlée : c'est cette région qui a perdu le plus de cellules ciliées. (1)

c) Les cellules ciliées détruites ne se renouvellent pas chez l'être humain : la surdité de perception est définitive. (1)

d) La prothèse amplifie le son pour stimuler les cellules ciliées restantes ; elle compense la perte sans remplacer les cellules détruites. (1)

Repère — Sur un audiogramme, une perte qui augmente vers les aigus signe une atteinte de la base de la cochlée (âge ou bruit).

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).