Spécialité : L'implant cochléaire

Bac S 2013 Liban (ancien programme) · Exercice 4 **5 points** **Durée conseillée 50 min**

1 Rédiger, en 20 lignes maximum, une synthèse argumentée : comment rendre l'implant cochléaire plus performant pour que la réadaptation devienne inutile ?

Les sons audibles. L'oreille humaine perçoit les sons de fréquence comprise entre 20 Hz et 20 kHz. Deux grandeurs les distinguent. La **hauteur** est fixée par la fréquence du fondamental : plus elle est élevée, plus le son est aigu. Le **timbre** dépend du nombre et de l'amplitude des harmoniques : le son 1 du document 4 (un seul pic) est pur, le son 2 (plusieurs pics) est complexe. Pour qu'un son soit reconnu, l'implant doit restituer sa hauteur et son timbre.

La chaîne de transmission (document 1). La source est le son qui arrive à l'oreille. Le processeur vocal ① est l'émetteur : son microphone capte le son, qui est ensuite analysé et codé en signal numérique. L'antenne ② l'envoie à travers la peau, canal de transmission, par une propagation libre. La partie implantée ③ est le récepteur : elle conduit le signal électrique, par une propagation guidée, jusqu'aux électrodes ④ placées dans la cochlée, destinataire de l'information.

La dégradation. Elle se produit dans le processeur vocal, lors de la conversion analogique-numérique. Le document 2 montre que la tension n'est mesurée qu'à chaque période T_e et que chaque mesure est codée sur 3 bits, donc sur $2^3 = 8$ niveaux seulement. Le signal en escalier s'écarte de la tension du microphone : une partie de l'information est perdue, comme pour le mot « CLARTÉ » dégradé du document 3.

L'amélioration. On peut agir sur la période d'échantillonnage : en diminuant T_e (fréquence d'échantillonnage $f_e = \dfrac{1}{T_e}$ plus grande), les mesures sont plus rapprochées et les variations rapides du signal, donc les harmoniques aigus, sont mieux restituées. On peut aussi augmenter le nombre de bits : les paliers sont alors plus fins.

Diminuer la période d'échantillonnage T_e (et augmenter le nombre de bits) : le signal numérique est plus fidèle au son, qui devient reconnaissable sans réadaptation.

PIÈGE
Proposer d'augmenter la période T_e. C'est la fréquence d'échantillonnage qu'il faut augmenter, donc T_e qu'il faut diminuer. Une évolution donnée sans justification ne rapporte pas tous les points.

COMPRENDRE
Hauteur, timbre et harmoniques ne figurent plus au programme actuel de la spécialité de Terminale ; ils étaient au programme du Bac S et restent utiles pour lire un spectre.

MÉTHODE
Suivre l'ordre imposé par l'énoncé : un paragraphe par consigne (sons, chaîne, dégradation, paramètre et son évolution), chacun appuyé sur un document cité par son numéro, puis une phrase qui répond à la problématique.

2 Déterminer les niveaux sonores du son perçu par Paul avec et sans implant, puis conclure sur la performance de l'appareillage en calculant le rapport des intensités sonores avec et sans implant.

Données utiles son de fréquence $4{,}0$ kHz et de niveau 100 dB ; sans implant : audiogramme d'une personne de 90 ans ; avec implant : audiogramme d'une personne de 60 ans ; $L = 10\log\dfrac{I}{I_0}$; $I_0 = 1{,}0 \times 10^{-12}\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

Lecture du document 5 à $4\,000$ Hz : la perte auditive vaut environ 80 dB à 90 ans et environ 55 dB à 60 ans.

Sans implant : $L_{90} = 100 - 80 = 20$ dB. Avec implant : $L_{60} = 100 - 55 = 45$ dB.

De $L = 10\log\dfrac{I}{I_0}$ on tire $I = I_0 \times 10^{L/10}$, donc :

$I_{60} = 1{,}0 \times 10^{-12} \times 10^{4{,}5} = 3{,}2 \times 10^{-8}\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ $\quad I_{90} = 1{,}0 \times 10^{-12} \times 10^{2{,}0} = 1{,}0 \times 10^{-10}\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

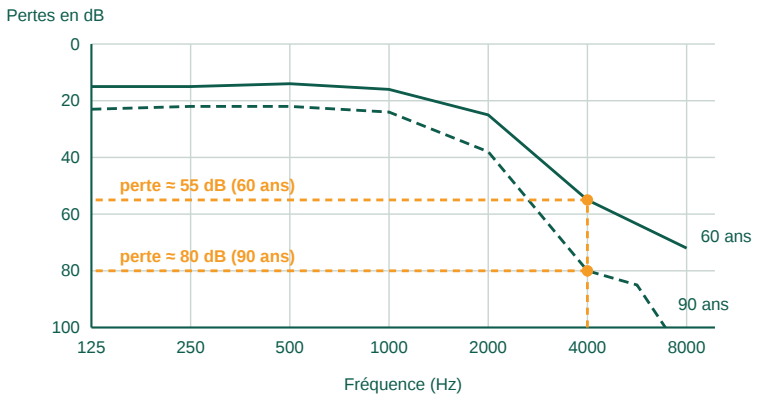
$$\frac{I_{60}}{I_{90}} = 10^{\frac{L_{60}-L_{90}}{10}} = 10^{\frac{45-20}{10}} = 10^{2{,}5}$$

$L_{90} = 20$ dB, $L_{60} = 45$ dB et $\dfrac{I_{60}}{I_{90}} = 3{,}2 \times 10^2$: avec l'implant, l'intensité sonore perçue est environ 320 fois plus grande.

PIÈGE
Diviser les niveaux ($45 \div 20$) au lieu des intensités. Les décibels se retranchent : un écart de 25 dB correspond à un rapport d'intensités de $10^{2{,}5}$, pas à $2{,}25$.

COMPRENDRE
Deux chiffres significatifs, comme I_0 et la lecture graphique. L'axe des pertes est gradué vers le bas, de 20 dB en 20 dB : une lecture à quelques décibels près est acceptée.

MÉTHODE
Pour un rapport d'intensités, inutile de calculer chaque intensité : $\dfrac{I_1}{I_2} = 10^{(L_1-L_2)/10}$, et I_0 se simplifie. À retenir : $+10$ dB multiplie l'intensité par 10.



2 · Document 5 (courbes 60 ans et 90 ans) avec la lecture à 4 000 Hz

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$1.0 \times 10^{-12} \times 10^{\frac{45}{10}} \approx 3.162278 \times 10^{-8}$

$1.0 \times 10^{-12} \times 10^{\frac{20}{10}} \approx 1 \times 10^{-10}$

$10^{\frac{45-20}{10}} \approx 316.2278$