

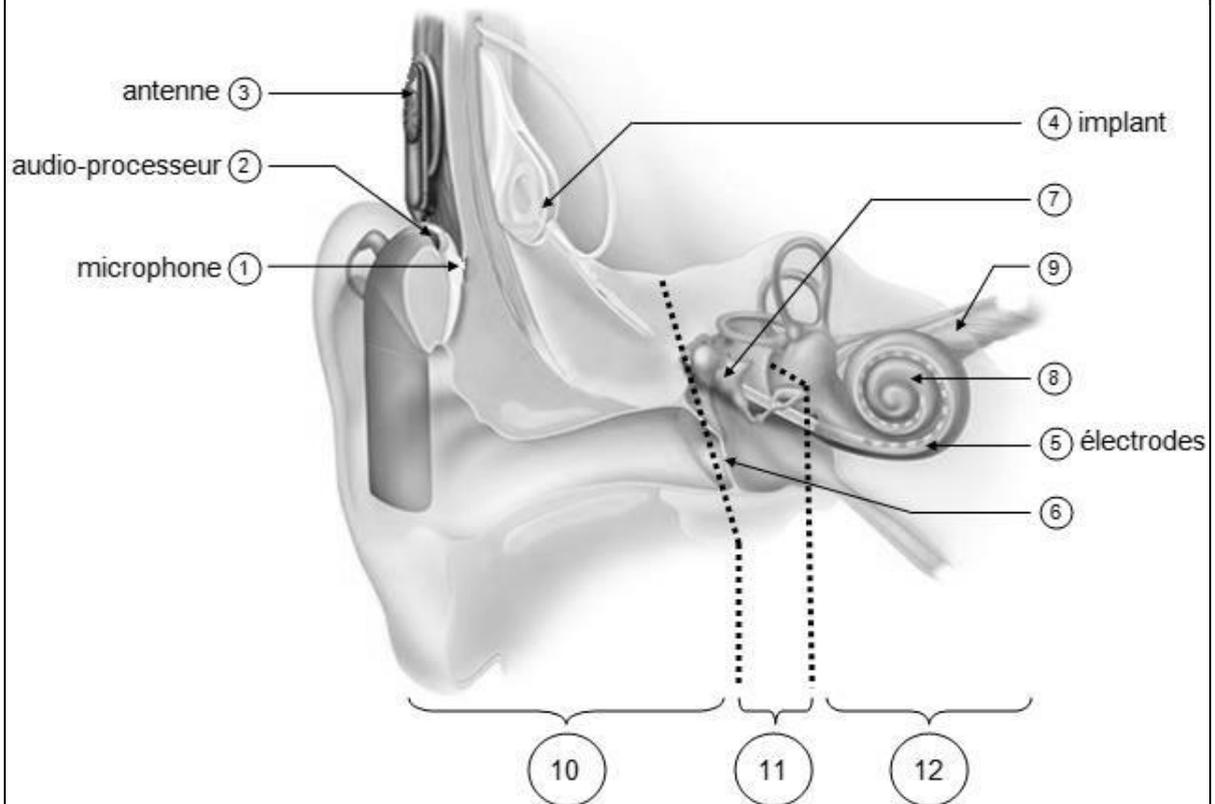
Implant cochléaire

Enseignement scientifique première

Durée 1h – 10 points – Thème « Son et musique, porteurs d'information »

L'implant cochléaire est un dispositif auditif destiné aux personnes atteintes d'une surdité sévère ou profonde. Il transforme les sons en signaux électriques envoyés directement au nerf auditif grâce à des électrodes posées chirurgicalement.

Document 1. Fonctionnement d'un implant cochléaire



Modifié d'après : <https://idataresearch.com/cascination-and-med-el-collaborate-on-state-of-the-art-cochlear-implantation-method>

Le microphone ① capte les sons en provenance de l'extérieur.

L'audio-processeur ② numérise les sons.

L'antenne ③ transmet les signaux numériques à l'implant situé sous la peau.

L'implant ④ envoie des signaux électriques dans les électrodes ⑤ situées dans la cochlée (comprenant les cellules sensorielles ciliées) ⑧.

Les fibres du nerf auditif captent les signaux électriques et les transmettent au cerveau.

- Le microphone d'un implant cochléaire capte un son périodique en provenance de l'extérieur. Un motif élémentaire de période T de ce son est représenté sur le document 2 de la page suivante.

1- Indiquer les légendes des structures numérotées 6, 9, 10, 11 et 12.

6 : Tympan

9 : Nerf auditif

10 : Oreille externe

11 : Oreille moyenne

12 : Oreille interne

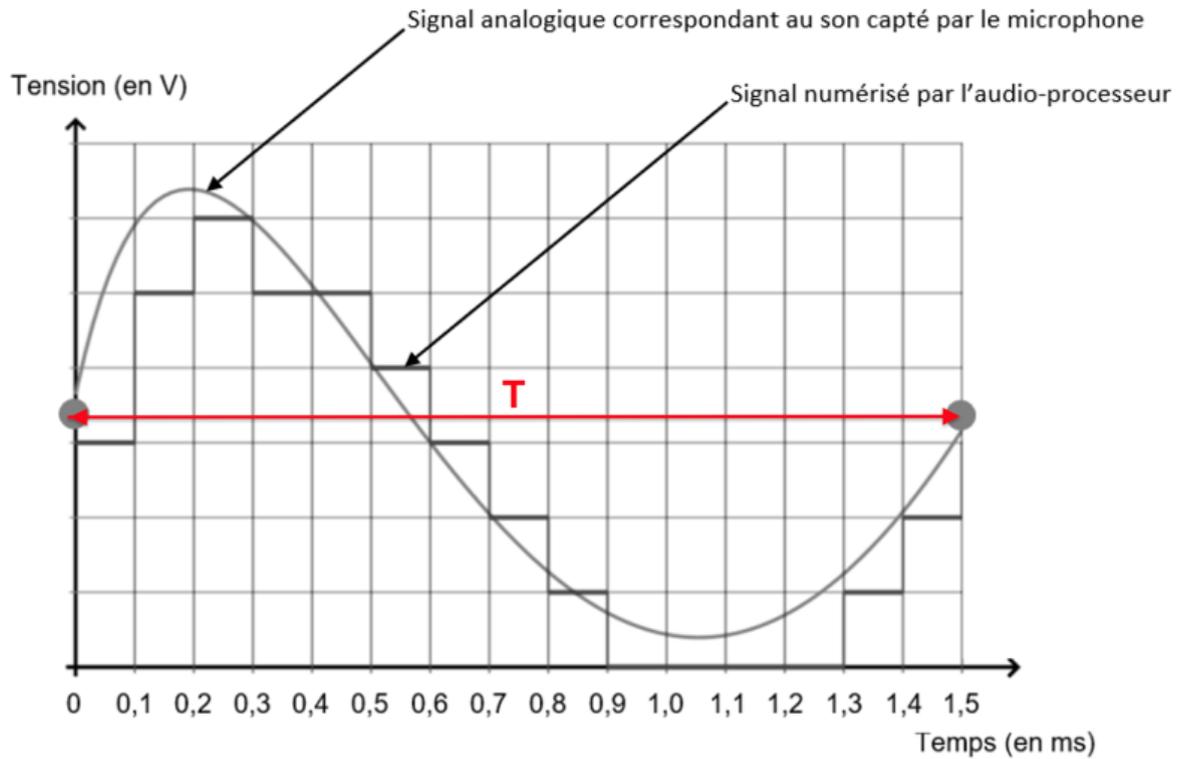
2- Certaines personnes subissent une surdité consécutive à un dommage des cellules ciliées de l'oreille interne. Elles peuvent alors être appareillées avec un implant cochléaire.

Expliquer le rôle des cellules ciliées de l'oreille interne dans le cas d'une audition normale et comment l'implant cochléaire permet de corriger la surdité.

Rôle des cellules ciliées de l'oreille interne dans le cas d'une audition normale : En fonction de la fréquence de cette vibration, différentes cellules ciliées sont activées et traduisent cette vibration en message nerveux qui est transmis au cerveau.

L'implant envoie des signaux électriques dans les électrodes situées dans la cochlée (comprenant les cellules sensorielles ciliées). Ainsi il remplace leur rôle et permet de corriger la surdité.

3- Déterminer la valeur de la fréquence f du son capté par le microphone.



$$T = 1,5 \text{ ms} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

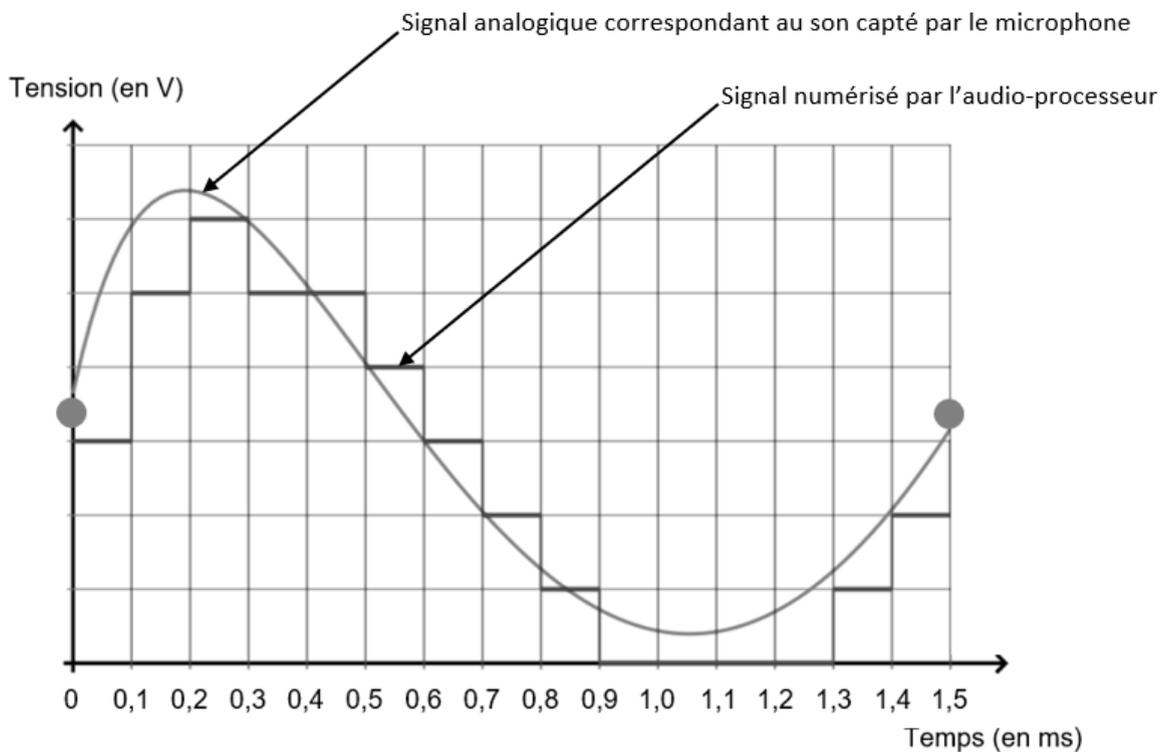
$$f = 1/T$$

$$f = 1/(1,5 \cdot 10^{-3})$$

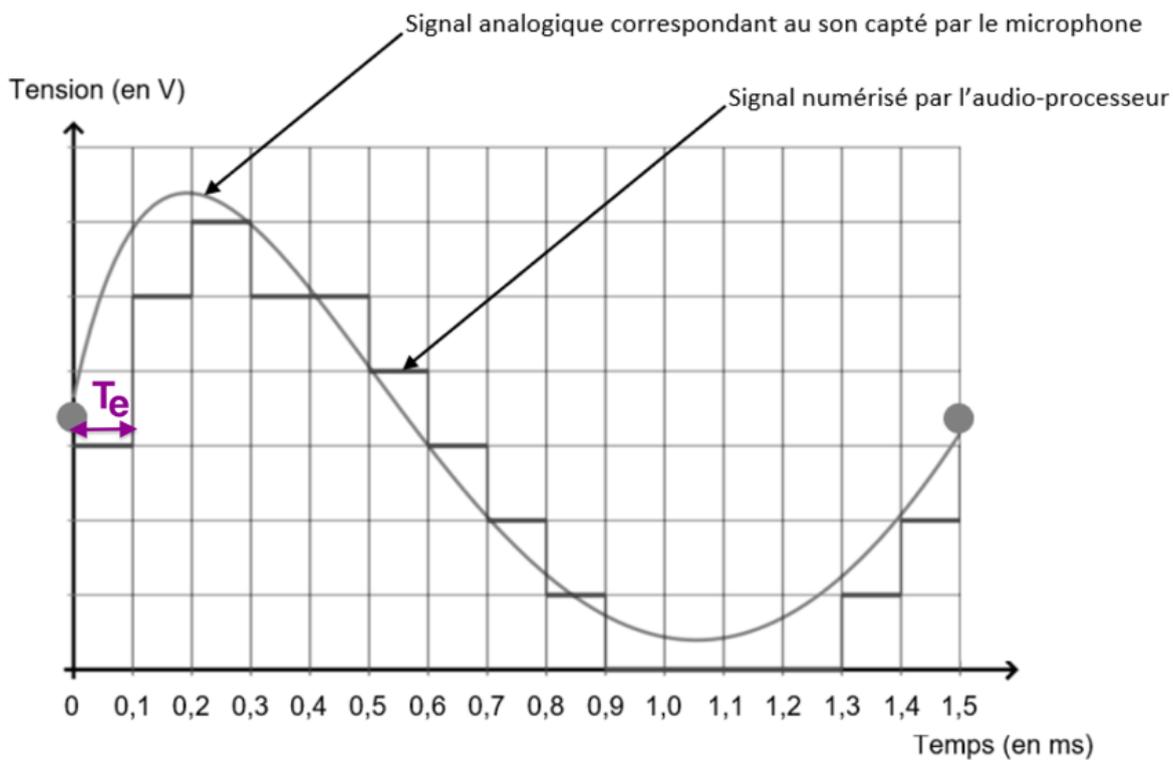
$$f = 667 \text{ Hz}$$

4- Déterminer graphiquement la valeur de la période d'échantillonnage T_e utilisée pour cette numérisation puis justifier que la valeur de la fréquence d'échantillonnage f_e est égale à 10 000 Hz.

Document 2. Son capté par le microphone et numérisation par l'audio-processeur



Source : http://www.ostralo.net/3_animations/js/CAN/index_v2moins1.htm



$$T_e = 0,1 \text{ ms} = 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

$$f_e = 1/T_e$$

$$f_e = 1/(0,1 \cdot 10^{-3})$$

$$f_e = 10\,000 \text{ Hz}$$

5-a- Sachant qu'une quantification sur n bits permet 2^n paliers numériques, indiquer, en le justifiant, pourquoi ici $n=3$.

$$2^n = 2^3 = 8$$

Graphiquement, le signal numérique peut prendre 8 valeurs pour la tension.

5-b- La taille L en octet d'un fichier audio est donnée par la formule :

$$L = f_e \times \frac{n}{8} \times \Delta t$$

avec f_e la fréquence d'échantillonnage (en hertz), n la quantification (en bits) et Δt la durée (en secondes).

Pendant une journée, l'audio-processeur numérise en moyenne 10 heures de sons différents. Calculer la taille L d'un fichier audio équivalent à une journée de fonctionnement de l'implant cochléaire.

$$L = f_e \times \frac{n}{8} \times \Delta t$$

$$L = 10000 \times \frac{3}{8} \times 10 \times 60 \times 60$$

$$L = 1,35 \cdot 10^8 \text{ octets}$$