

Série 5 : Sons – Ultrasons et Echographie

QCM1 : Le son

- a) La vitesse du son dans l'air est 300 000 km/s
- b) Une onde acoustique de fréquence 40 kHz, est un son audible
- c) Le son transporte de l'énergie
- d) Le son peut se propager dans le vide
- e) L'oreille humaine est capable d'entendre un son de fréquence comprise entre 20 et 20000 Hz

QCM2 : Les Caractéristiques du son

- a) Un son de fréquence 110 Hz est un son grave.
- b) La hauteur d'un son correspond à la fréquence fondamentale.
- c) Un son pur est composé de plusieurs harmoniques
- d) La célérité du son dépend du niveau sonore

QCM3 : Les Ultrasons

- a) La production des ultrasons utilise la conversion d'énergie magnétique en énergie mécanique.
- b) La radiographie est une application médicale qui utilise les ultrasons.
- c) Dans le monde animal les ultrasons sont utilisés pour communiquer et pour percevoir l'environnement.
- d) Le coefficient de réflexion d'un ultrason sur une interface dépend de la fréquence.
- e) La pression acoustique est atténuée lors de la traversée d'un organe.

QCM4 : Echographie

- a) L'échographie est une technique d'imagerie permettant de visualiser des structures du corps humain et animal en utilisant les ondes électromagnétiques.
- b) Le principe de l'échographie est basé sur les propriétés de réflexion et la transmission d'un faisceau ultrasonore.
- c) Les informations apportées par l'échographe sont, la distance séparant l'objet de la sonde et la consistance des obstacles rencontrés.
- d) Le choix de la fréquence utilisée en échographie est guidé par la nature de la zone que l'on souhaite explorer.
- e) la période d'un ultrason sera plus grande pour explorer le foie que pour explorer la thyroïde.

QCM5 : Echographie Doppler

- a) l'échographie Doppler permet de calculer la vitesse et la direction des globules rouges.
- b) L'effet Doppler se fait sentir quelle que soit la vitesse relative entre l'émetteur et le récepteur.
- c) Si l'émetteur s'éloigne du récepteur, la fréquence de l'onde perçue par le récepteur est plus faible que celle de l'onde émise.
- d) L'effet Doppler concerne uniquement les ondes mécaniques, pas les ondes électromagnétiques.

Exercice 1 : Niveau sonore

1) Une source émet une puissance acoustique $P = 3 \text{ W}$. Calculer l'intensité acoustique et le niveau d'intensité sonore à 10 m de la source.

On donne : $I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$; $P_0 = 10^{-12} \text{ W}$.

2) Deux sons de niveaux L_1 et L_2 sont produits simultanément. Quel est le niveau du son résultant dans les cas suivants :

a) $L_1 = L_2 = 80 \text{ dB}$

b) $L_1 = 70 \text{ dB}$; $L_2 = 66 \text{ dB}$

Exercice 2 : impédance acoustique

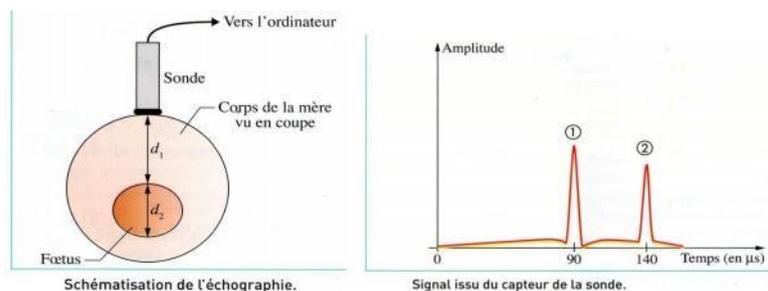
Les impédances acoustiques de l'air et des tissus musculaires pour les ultrasons valent $Z_a = 400 \text{ kg.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ et $Z_m = 1,7 \cdot 10^6 \text{ kg.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$.

1- Calculer les coefficients de transmission et de réflexion des puissances sonores à une interface air-muscle et commenter

2- Pourquoi doit-on rajouter une couche supplémentaire pour pouvoir réaliser une échographie ?

Exercice 3 : Principe de l'échographie

L'échographie d'un fœtus et le signal issu du capteur sont schématisés ci dessous. Lors de cette échographie, une salve ultrasonore est émise par l'émetteur de la sonde à la date $0 \mu\text{s}$.



1. Lorsqu'une onde rencontre un obstacle, que peut-il lui arriver ?
2. Seuls les ultrasons réfléchis par une surface séparant deux milieux différents sont reçus par le récepteur. Pourquoi observe-t-on deux pics sur le graphique ?
3. À quoi correspondent ces pics, enregistrés aux dates $90 \mu\text{s}$ et $140 \mu\text{s}$?
4. On admet que la vitesse des ondes ultrasonores est égale à 1540 m.s^{-1} dans le corps humain.
 - a) Calculer la distance d_1 entre la sonde et le fœtus.
 - b) Calculer l'épaisseur d_2 du fœtus.

Exercice 4 : Echographie du cerveau

On peut mesurer, par échographie, la taille du cerveau pour diagnostiquer une éventuelle tumeur qui en changerait les dimensions (dans ce cas, les deux hémisphères auraient une largeur différente).

Une sonde envoie des ondes et le détecteur reçoit 3 échos dont les durées entre l'émission et la réception sont :

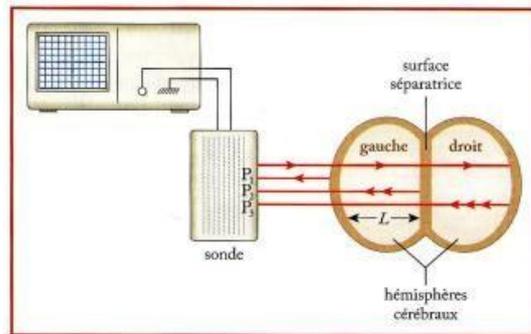
- $\Delta t_1 = 10 \mu\text{s}$ pour le signal P_1 ,
- $\Delta t_2 = 160 \mu\text{s}$ pour le signal P_2 ,
- $\Delta t_3 = 300 \mu\text{s}$ pour le signal P_3 .

1) En détaillant le raisonnement, déterminer la durée Δt mise par les ondes pour parcourir l'hémisphère gauche. En déduire la largeur L de cet hémisphère.

2) Mêmes questions pour l'hémisphère droit.

3) Comparer ces deux longueurs, peut on diagnostiquer la présence d'une tumeur ?

Donnée : La vitesse de propagation des ondes US dans le cerveau : $v = 1500 \text{ m.s}^{-1}$



Exercice 5 : Vélométrie sanguine par effet Doppler

Pour déterminer la vitesse V d'écoulement du sang dans une artère, on utilise une sonde doppler inclinée de 40° par rapport à la peau et émettant des ultrasons de fréquence 5 MHz. Une variation de fréquence $\Delta f = 1470 \text{ Hz}$ est mesurée.

1. Calculer la vitesse V sachant que la célérité C des ultrasons dans le sang est de 1540 m.s^{-1} .
2. Calculer l'angle d'inclinaison de la sonde donnant une variation de fréquence $\Delta f = 950 \text{ Hz}$.