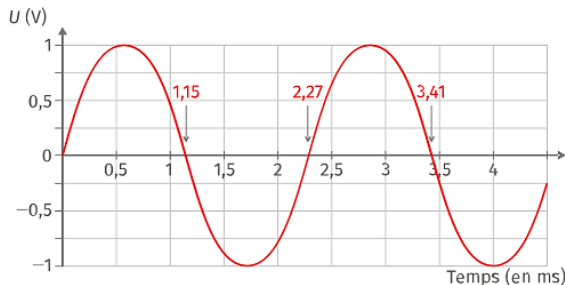


Université Mentouri-Institut des Sciences Vétérinaire Lekhroub-ISVK-  
**Biophysique 2020-2021**  
**Série n°6 : Son et Ultrason**

### Exercice 1 : Le diapason

Un diapason permet de générer un son quasiment sinusoïdal. L'enregistrement à l'aide d'un micro donne la courbe suivante.



1. Déterminer la période puis la fréquence du son émis par le diapason. À quelle note correspond sa hauteur ?
2. Calculer sa longueur d'onde dans l'air

Données : Célérité du son dans l'air :  $c = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Note	Do3	Ré3	Mi3	Fa3	Sol3	La3	Si3
$f$ (Hz)	262	294	330	349	392	440	494

### Exercice 2: Electrocardiogramme

L'enregistrement sur papier d'un électrocardiogramme (ECG) donne la courbe ci-après :



1. À quel phénomène physiologique sont associés ces signaux ?
2. Ces signaux qui se propagent dans le corps sont-ils sonores, sismiques ou électriques ?
3. Pourquoi peut-on considérer qu'ils sont périodiques ?
4. Déterminer la période sachant qu'un grand carreau correspond à 250 ms horizontalement.
5. En déduire la fréquence cardiaque en hertz (Hz) puis en battements par minute (bpm).

### Exercice 3 : Niveau sonore

On considère 4 instruments qui émettent, chacun seul, une note de niveau d'intensité sonore

$L = 60 \text{ dB}$ . Quel sera le niveau d'intensité sonore si les 4 instruments jouent ensemble ?

### Exercice 4: L'échographie

L'échographie est une technique médicale permettant de détecter la présence de calculs rénaux en utilisant une sonde à ultrasons. Les sondes ultrasonores sont des céramiques piézoélectriques fonctionnant successivement en émission et en réception.

**# Propagation d'une onde ultrasonore dans l'air.**

1- Quelle est la grandeur physique qui varie dans une onde ultrasonore ?

2- Les ultrasons sont des ondes : (cocher les réponses exactes)

☐ Longitudinales

☐ électromagnétiques

☐ déplaçant de la matière

☐ Transversales

☐ mécaniques

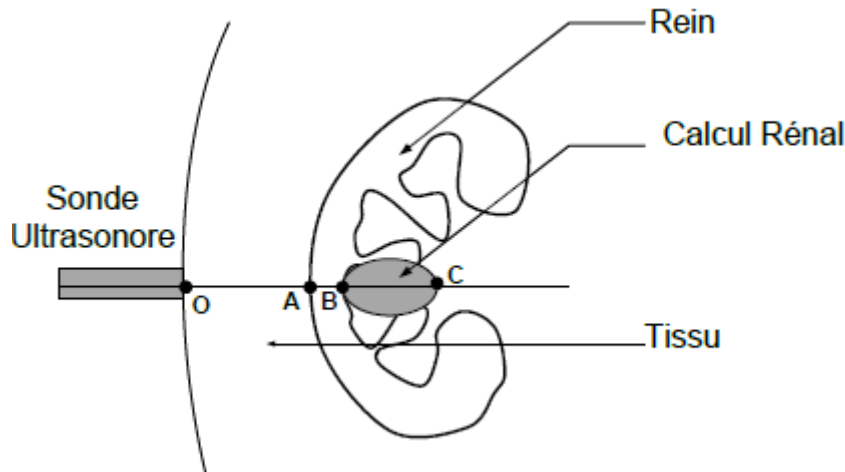
☐ déplaçant de l'énergie

3- Quelle est la fréquence minimale des ultrasons ?

La vitesse de propagation des ultrasons est successivement dans le tissu, le rein et le calcul rénal :

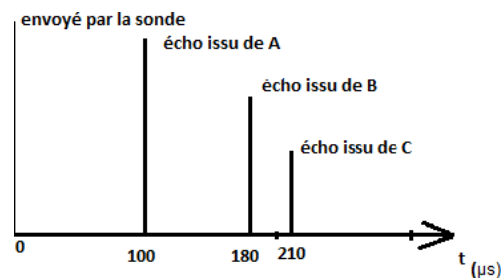
$1400 \text{ m.s}^{-1}$ ,  $1500 \text{ m.s}^{-1}$ , et  $1540 \text{ m.s}^{-1}$

### # Propagation des ondes ultrasonores dans les tissus biologiques



On suppose que dans le tissu, le rein ou le calcul, la vitesse de l'onde ultrasonore est indépendante de la fréquence.

Une onde ultrasonore incidente est émise à l'instant  $t=0$  au point O. Ci-dessous, l'enregistrement des échos renvoyés par les surfaces de séparation des différents milieux : sur le rein en A, sur le calcul rénal en B puis en C.



4- A quelle distance OA de la surface de la peau est située la surface du rein ?

5- Calculer la longueur d'onde  $\lambda_1$  des ultrasons dans le rein pour une fréquence de  $f_1 = 3.5 \text{ MHz}$  puis  $\lambda_2$  pour  $f_2 = 10 \text{ MHz}$ .

6- Calculer la longueur BC du calcul rénal.

Les ondes émises par la sonde ont un niveau d'intensité ultrasonore  $L_1 = 100 \text{ dB}$ .

7- Que vaut l'intensité  $I_1$  correspondante en  $\text{W.m}^{-2}$  ?

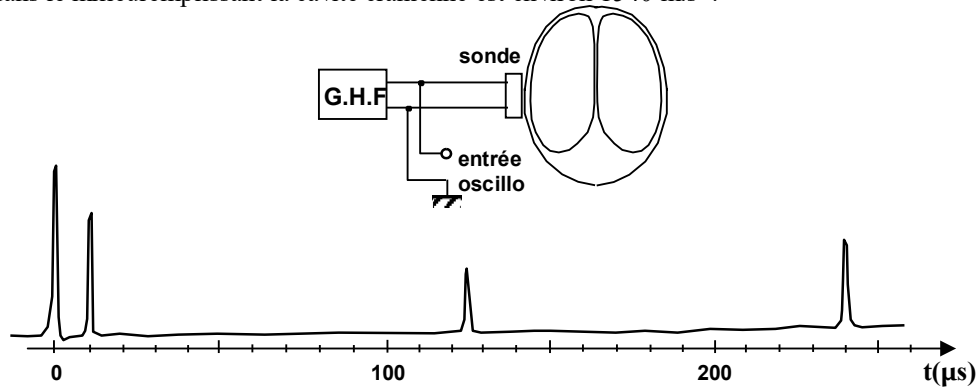
On rappelle que  $L(\text{dB}) = 10 \log_{10}(I/I_0)$  avec  $I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$ .

### Exercice 5 : Échogramme du cerveau

Une sonde branchée sur un générateur haute fréquence (GHF) émet des impulsions

ultrasonores et reçoit les échos renvoyés par les surfaces de séparation des différents milieux. Ces échos sont analysés sur l'écran d'un oscilloscope.

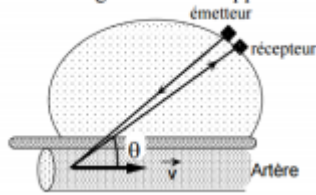
1. Déterminer l'origine des différents échos (*0 : impuls. Initiale ; 1 : os / mat. grise ; 2 : mat. grise / LCR ; 3 : mat. grise / os*)
2. les hémisphères cérébraux sont-ils symétriques ?
3. Trouver l'ordre de grandeur de leur dimension transversale sachant que la vitesse des ultrasons dans le milieu remplissant la cavité crânienne est environ  $1540 \text{ m.s}^{-1}$ .



### Exercice 6 : Vélodimétrie sanguine par effet Doppler

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

Vélodimétrie sanguine à effet Doppler :



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

**Dr. Bensaid**