

Devoir maison : Les ondes

Physique

Partie A : Propagation d'une onde ultrasonore

Cet exercice a pour objectifs de déterminer, dans la partie 1, quelques grandeurs caractéristiques des ultrasons puis, dans la partie 2, d'étudier une application des ultrasons: l'échogramme du cerveau.

1- Partie 1 : ÉTUDE DES ULTRASONS

Au cours d'une séance de travaux pratiques, un élève réalise le montage de la **Figure A - 1**. Il dispose du matériel suivant:

- Un émetteur d'ultrasons E et son alimentation électrique. Sa plage d'émission est [20 kHz ; 60 kHz];
- Deux récepteurs d'ultrasons R_1 et R_2 ;
- Un système d'acquisition relié à un ordinateur muni d'un logiciel de traitement de données;
- Une règle graduée.

L'émetteur E génère une onde ultrasonore progressive sinusoïdale qui se propage dans l'air jusqu'aux récepteurs R_1 et R_2 . L'émetteur et les deux récepteurs sont alignés. Le récepteur R_1 est placé au zéro de la règle graduée.

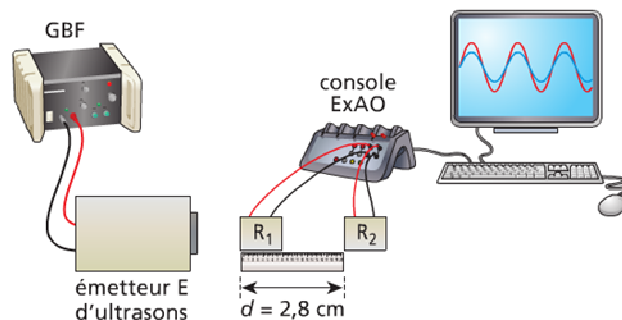


Figure A - 1 : Schéma du dispositif expérimental

Les signaux captés par les récepteurs R_1 et R_2 sont visualisés en même temps grâce à un logiciel de traitement de données. Lorsque le récepteur R_2 est situé à $d = 2,8$ cm du récepteur R_1 , les signaux reçus par les deux récepteurs sont en phase (**Figure A - 2**).

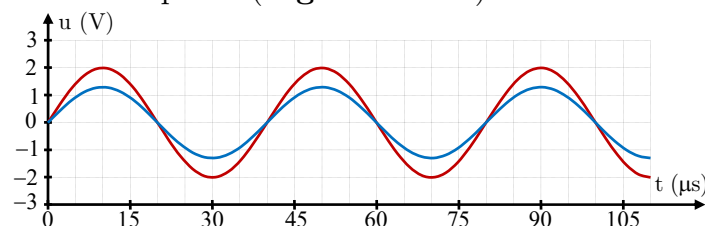


Figure A - 2: Enregistrement des signaux captés

- 0,75 | 1.1- Indiquer quelle courbe représente le signal reçu par R_2 . (à justifier)
- 0,75 | 1.2- Déterminer grâce à l'enregistrement la période T des ultrasons émis.
- 1,00 | 1.3- Exprimer la fréquence N des ultrasons et la calculer. La valeur obtenue est-elle cohérente ?

On éloigne lentement R_2 le long de la règle (Figure A - 3): on constate que le signal reçu par R_2 se décale vers la droite. On continue à éloigner R_2 jusqu'à ce que les signaux reçus par R_1 et R_2 soient à **nouveau** en phase. Soit R'_2 la nouvelle position occupée par R_2 . La distance d' séparant désormais R_1 de R'_2 est $d' = 4,2$ cm.

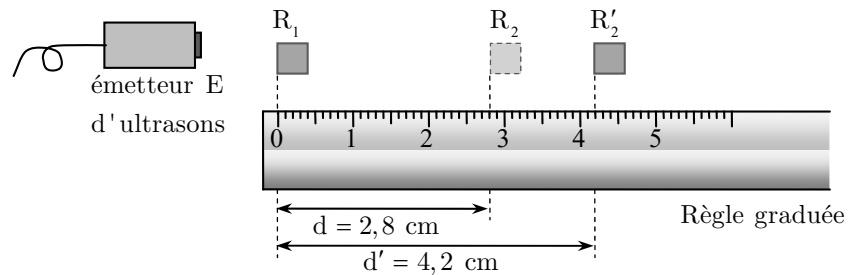


Figure A - 3: éloignement du récepteur R_2

- 0,50 | 1.4- Définir en une phrase la longueur d'onde λ .
- 0,50 | 1.5- Donner la valeur de la longueur d'onde de l'onde ultrasonore. (à justifier)
- 1,00 | 1.6- Exprimer le retard τ du signal reçu par R'_2 par rapport à celui reçu par R_2 .
- 1,00 | 1.7- Exprimer puis calculer la célérité des ultrasons dans l'air.
- 1,00 | 1.8- Cette expérience aurait-elle été facile à mettre en œuvre avec un haut parleur émettant un signal de 80 Hz et deux micros ? (réponse à justifier par un calcul)

2- Partie 2 : L'ECHOGRAMME DU CERVEAU

Une sonde, jouant le rôle d'émetteur et de récepteur, envoie une impulsion ultrasonore de faible durée et de faible puissance en direction du crâne d'un patient. L'onde sonore pénètre dans le crâne, s'y propage et s'y réfléchit chaque fois qu'elle change de milieu de propagation. Les signaux réfléchis génèrent des échos qui, au retour sur la sonde, y engendrent une tension électrique très brève. Un système d'acquisition relie à la sonde permet la détection à la fois de l'impulsion émettrice et des divers échos (Figure A - 4).

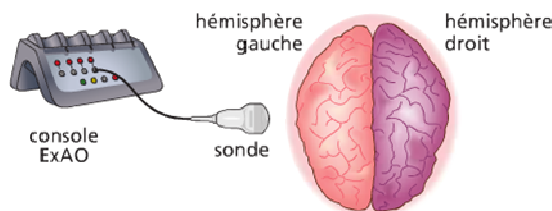


Figure A - 4: Echographie du cerveau

L'enregistrement obtenu sur un patient permet de tracer l'échogramme de la Figure A - 5. La durée d'émission de l'impulsion ainsi que celle des échos étant très brèves, on observe sur l'écran des pics verticaux : P_0 , P_1 , P_2 et P_3 .

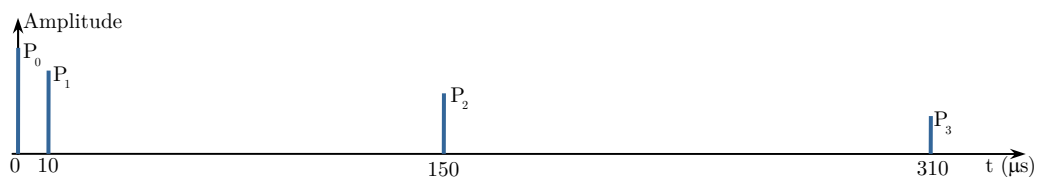


Figure A - 5: Echogramme du cerveau

P_0 correspond à l'émission à l'instant de date $t = 0$ de l'impulsion.

La célérité des ultrasons dans les hémisphères est $v = 1,5 \cdot 10^3$ m.s⁻¹.

- 0,75 | 3- Attribuer une signification aux pics P_1 , P_2 et P_3 .

- 0,75 | 4- En déduire la largeur L de chaque hémisphère.

Partie B : Propagation d'une onde lumineuse

On dispose d'un laser hélium-néon de longueur d'onde $\lambda = 632,8 \text{ nm}$. On interpose entre le laser et un écran (E), à la distance $D = 1,60 \text{ m}$ de l'écran, une fente verticale de largeur a . Sur l'écran, on observe une tache lumineuse centrale de largeur L , ainsi qu'une série de taches lumineuses plus petites, de part et d'autres de la tache centrale (Figure B - 1).

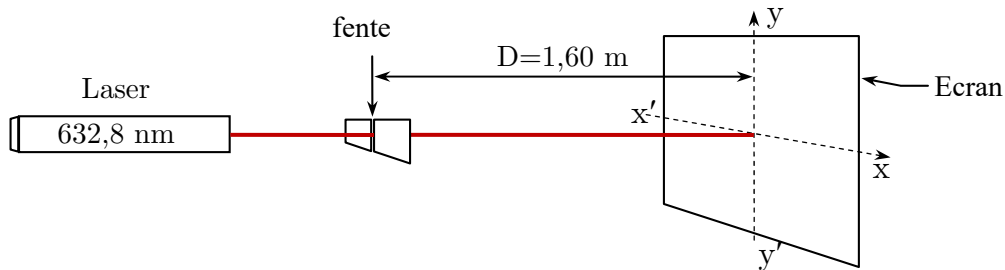


Figure B - 1: Schémas du montage expérimental

- 0,50 1- Nommer le phénomène observé lors de cette expérience.
- 0,50 2- Sur quelle direction (xx' ou yy') s'étalent les taches obtenues.
- 3- On réalise l'expérience avec une fente de largeur $a_1 = 0,040 \text{ mm}$; alors la tache centrale mesure $L_1 = 5,0 \text{ cm}$.
- 1,00 1.3- En traçant un schéma faisant apparaître l'écart angulaire θ , vérifier que $\tan(\theta) = 1,6 \cdot 10^{-2}$, déduire la valeur de θ en **radian**, Conclure
- 1,00 2.3- Montrer la relation : $L = \frac{2 \cdot D \cdot \lambda}{a}$.
- 0,50 3.3- On réalise l'expérience, cette fois-ci, avec une fente de largeur inconnue a_2 ; alors la tache centrale mesure $L_2 = 2,5 \text{ cm}$. Quelle est la largeur a_2 de la fente inconnue ?
- 0,50 4.3- On remplace le laser par une source de lumière blanche. Obtient-t-on une tache centrale :

a- composée d'une seule couleur	b- Irisée	c- Sombre
---------------------------------	-----------	-----------

Copier la bonne réponse