

Le but de ce TP est de mettre en évidence la double périodicité des ondes mécaniques sur l'exemple des ondes ultrasonores, ainsi que de déterminer la célérité des ondes ultrasonores à température ambiante.

Les ondes ultrasonores sont des ondes mécaniques progressives inaudibles pour l'oreille humaine ($f > 20 \text{ kHz}$). Se déplacent-elles à la même célérité que le son ?

Nous allons déterminer de la vitesse des ultrasons par deux méthodes différentes.

I- Détermination de la fréquence des ultrasons

Un seul récepteur est nécessaire pour l'instant. L'émetteur envoie des ultrasons, qui sont détectés par un récepteur placé devant lui. Ce récepteur transforme le signal ultrasonore en signal électrique reçu par l'oscilloscope qui affiche son évolution au cours du temps.



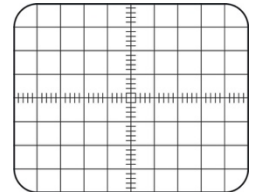
1- Réglage préliminaires de l'oscilloscope : Voir feuille annexe

2- Réalisation du dispositif expérimental

Brancher l'émetteur sur le générateur. Mettre en marche le générateur relié à l'émetteur puis mettre en marche l'émetteur (bouton 1 sur la position " I " de l'émetteur). Régler l'émetteur en mode " continu " (bouton 2 de l'émetteur sur la position " IIIIIIIII ").

Positionner l'émetteur sur son emplacement réservé sur la réglette. Relier le récepteur R₁ à la voie 1 (CH1) de l'oscilloscope. Placer le récepteur sur la graduation " 0 " de la réglette.

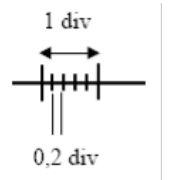
Régler finement la fréquence de l'émetteur (bouton n°4 de l'émetteur) pour que l'amplitude de la tension soit le plus grand possible sur l'écran. Utiliser le bouton D pour l'échelle verticale sur l'oscilloscope. Utiliser le bouton G de l'oscilloscope pour visualiser 2 périodes du signal US.



Reproduire soigneusement l'oscillogramme observé sur l'écran suivant. Repasser au fluo (ou au stylo de manière bien visible) un seul motif élémentaire.

3- Les questions

Qualifier ce signal (donner plusieurs adjectifs). Mesurer la période temporelle T de ce signal et en déduire sa fréquence f. Justifier vos réponses. L'oreille humaine entend-elle les ultrasons ? Pourquoi ?



II- Détermination de la vitesse des ultrasons par mesure de retard

1- Réglage préliminaires de l'oscilloscope : Voir feuille annexe

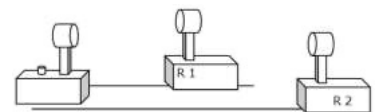
2- Réalisation du dispositif expérimental

On place 2 récepteurs en face d'un émetteur. L'émetteur émet des salves courtes (bouton 2 de l'émetteur sur la position " III III " et le bouton 3 sur " courte "). Les récepteurs sont séparés d'une distance D.

Relier le récepteur R₂ à la voie 2 (CH2) de l'oscilloscope.

3- Les questions

Mesurer le retard τ avec lequel le récepteur R₂ reçoit la salve après R₁. Reproduire soigneusement l'oscillogramme observé sur l'écran suivant. Justifier vos réponses. En déduire la valeur de la vitesse des ondes ultrasonores.

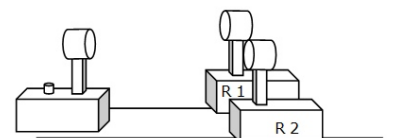


III- Détermination de la vitesse des ultrasons par mesure de la longueur d'onde

1- Réglage préliminaires de l'oscilloscope : Voir feuille annexe

2- Réalisation du dispositif expérimental

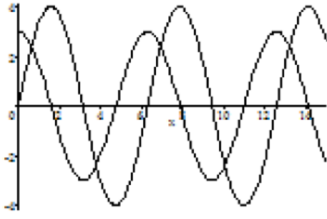
On place les 2 récepteurs côte à côte, en face de l'émetteur.



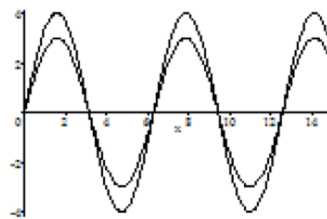
Positionner les 2 récepteurs pour visualiser de signaux en phase (les sinusoïdes se superposent).

La longueur d'onde, notée λ , est une grandeur caractéristique des ondes périodiques.

Elle correspond à la distance parcourue par l'onde pendant une période T. Concrètement, c'est la plus petite distance séparant deux points qui vibrent en phase.



Les 2 ondes ne sont pas en phase



Les 2 ondes sont en phase



Le récepteur R_1 étant fixe, on éloigne le récepteur R_2 , les deux sinusoïdes se décalent. Sans tenir compte de l'amplitude qui décroît pour le récepteur 2, les deux courbes se superposent à chaque fois qu'on a reculé R_2 d'une longueur d'onde λ .

3- Les questions

Déterminer la longueur d'onde de l'onde ultrasonore. Justifier votre réponse. Comment obtenir un résultat avoir une meilleure précision ? En déduire la valeur de la vitesse des ondes ultrasonores.

IV- Application : détermination de la taille d'un fœtus par échographie

En médecine, l'échographie est un examen courant, indolore et non dangereux permettant l'observation « directe » d'organes internes.

La technique de l'échographie utilise des ondes ultrasonores produites par une sonde jouant le rôle d'émetteur et de récepteur. Les fréquences utilisées dépendent des organes ou des tissus biologiques à sonder (2 MHz à 15 MHz).

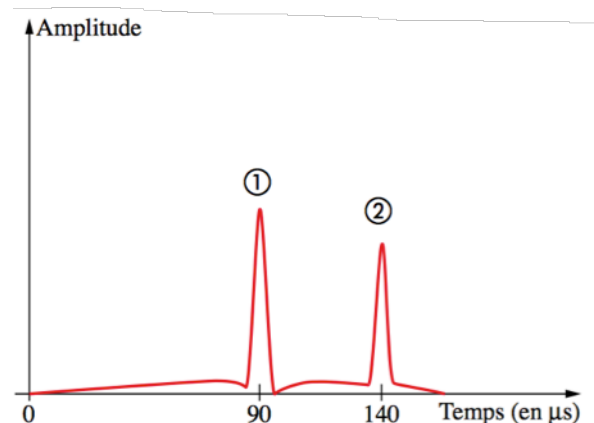
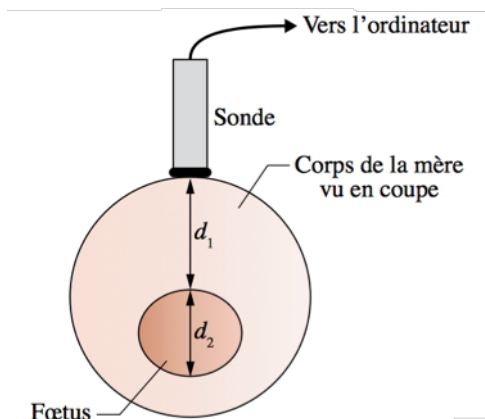


Pour obtenir une image par échographie on exploite entre autres, les propriétés suivantes des ondes ultrasonores :

- la célérité et l'absorption de l'onde ultrasonore dépendent du milieu traversé
- lorsqu'elle change de milieu, une partie de l'onde incidente est réfléchiée, l'autre est transmise (elle continue son chemin). On dit qu'il y a réflexion partielle lorsqu'il y a un changement de milieu aux interfaces tissulaires.

Connaissant les temps de retour des échos, leurs amplitudes et leurs célérités, on en déduit des informations sur la nature et l'épaisseur des tissus traversés. Un ordinateur compile toutes les informations et fournit des images de synthèse des organes sondés.

L'échographie d'un fœtus et le signal issu du capteur de la sonde sont schématisés ci-dessous. Lors de cette échographie, une salve ultrasonore de fréquence 10 MHz est émise par l'émetteur de la sonde à la date 0 μ s.



- 1- Que signifie l'expression « salve ultrasonore de fréquence 10 MHz » ?
- 2- À l'aide du texte d'énoncé, dire pourquoi on observe 2 pics sur le graphique.
- 3- À quoi correspondent ces pics, enregistrés aux dates 90 μ s et 140 μ s ?
- 4- On admet que la vitesse des ondes ultrasonores est égale à $v = 1\,540 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ dans le corps de la femme et dans le fœtus. Calculer la distance d_1 entre la sonde et le fœtus. En déduire la taille du fœtus de diamètre d_2 .