

Exercice

Les ondes mécaniques progressives périodiques

Les ondes ultrasonores, ce sont des ondes mécaniques de fréquence plus grande que celle des ondes audibles. On l'exploite dans des différents domaines comme l'examen par échographie. Le but de cette exercice est :

L'étude de la propagation d'une onde ultrasonore et détermination des dimensions d'un tube métallique.

I- Propagation d'une onde mécanique

1-1- Donner la définition d'une onde mécanique progressive.

1-2- Citer la différence entre une onde mécanique transversale et une onde mécanique longitudinale.

2- Propagation d'une onde ultrasonore dans l'eau

On dispose un émetteur E et deux récepteurs R1 et R2 dans une cuve remplie d'eau, de tel sorte que l'émetteur E et les deux récepteurs sont alignés sur une règle graduée. (fig 1)

L'émetteur émet une onde ultrasonore progressive sinusoïdale qui se propage dans l'eau et reçue par R1 et R2.

Les deux signaux qui sont reçues par les deux récepteurs R1 et R2 successivement, sont visualisés à les entrées Y1 et Y2 d'un oscilloscope.

Lorsque les deux récepteurs R1 et R2 sont placés sur le zéro de la règle graduée, on observe sur l'écran de l'oscilloscope l'oscillogramme de la figure 2, où les deux courbes qui correspondent aux deux signaux reçus par R1 et R2 sont en phase.

On éloigne le récepteur R2 suivant la règle graduée, on observe que la courbe correspondant au signal détecté par R2 se translate vers la droite et les deux signaux reçus par R1 et R2 deviendront, à nouveau, en phase lorsque la distance qui les sépare est de $d = 3\text{cm}$.

2-1- Donner la définition de la longueur d'onde.

2-2- Écrire la relation entre la longueur d'onde λ , la fréquence N des ondes ultrasonores et sa vitesse de propagation V dans milieu quelconque.

2-3- En déduire de cet expérience la valeur V_e de la vitesse de propagation des ondes ultrasonores dans l'eau.

3- Propagation des ondes ultrasonores dans l'air.

On maintient les éléments du montage expérimentales dans ces positions ($d=3\text{cm}$) et on vide la cuve de l'eau de tel façon que le milieu de propagation devient l'air, dans ce cas, on observe que les deux signaux reçus par R1 et R2 ne sont plus en phase.

3-1- Donner une explication à cette observation.

3-2- Calculer la distance minimale qu'elle faut pour éloigner R2 de R1 suivant la règle graduée, pour que les deux signaux soient à nouveau en phase, sachant que la vitesse de propagation des ondes ultrasonores dans l'air est $V_a = 340\text{m/s}$

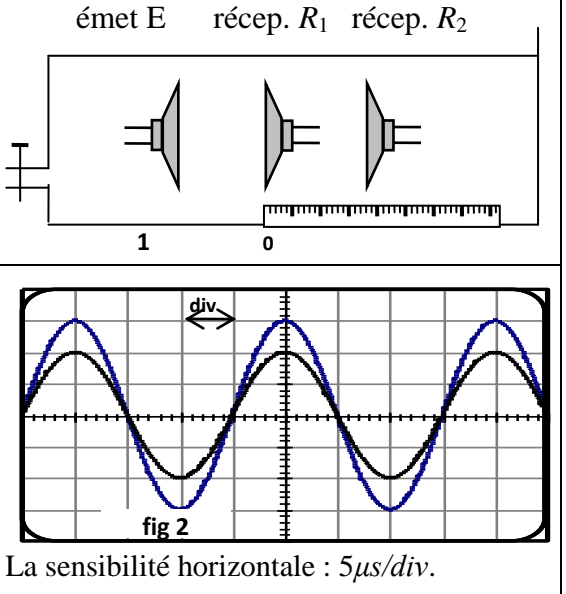
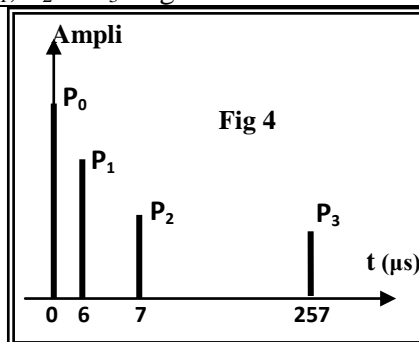
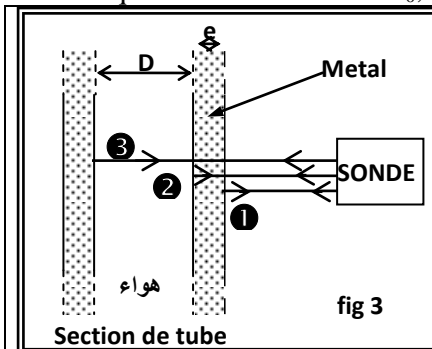
II. Exploitation des ondes ultrasonores pour la mesure les dimensions d'une tube métallique.

Soit une sonde qui joue le rôle d'un émetteur et récepteur, qui émet un signal ultrasonore de direction perpendiculaire à l'axe du tube métallique de la forme cylindrique, d'une durée très brève; figure 3.

Le signal ultrasonore traverse le tube en se propageant et il se réfléchit tant que le milieu de propagation change et revient à la sonde où il se transforme en signal électrique, d'une durée très brève.

On visualise à l'aide d'un oscilloscope à mémoire les deux signaux, émet et reçus en même temps.

L'oscillogramme obtenu au cours de l'analyse de la tube métallique permet d'obtenir le graphe de la figure 4. On observe quatre raies verticales P0, P1, P2 et P3. Figure 4



La sensibilité horizontale : $5\mu\text{s/div}$.

P1 : la sonde capte le signal réfléchi (1).
P2 : la sonde capte le signal réfléchi (2).
P3 : la sonde capte le signal réfléchi (3).
- La vitesse de propagation des ondes ultrason :
* dans le tube métallique $V_m = 1.10^4\text{m/s}$
* Dans l'air $V_a = 340\text{m/s}$.
- P0 : correspond à la date d'instant $t=0$ de l'émission du signal.

1- Trouver l'épaisseur e du tube métallique.

2- Trouver le diamètre interne du tube métallique.