

EXERCICE 1

1. Donner la définition de la période ; donner sa notation et son unité.
2. Donner la définition de la fréquence ; donner sa notation et son unité.
3. Donner la relation liant période et fréquence.
4. Donner la vitesse du son dans l'air avec trois chiffres significatifs.
- 5- Un sonar (S) équipe un bateau. Il émet un ultrason bref vers le fond de la mer et reçoit l'écho $\Delta t = 0,50\text{s}$ après l'émission. Déterminer la profondeur h de la mer à cet endroit.

Données:

Un sonar (S) est un appareil muni d'un émetteur d'ultrasons (E) et d'un récepteur d'ultrasons (R).

Vitesse des ultrasons dans l'eau : $V = 1500\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

EXERCICE 2

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 (Fig. 4).

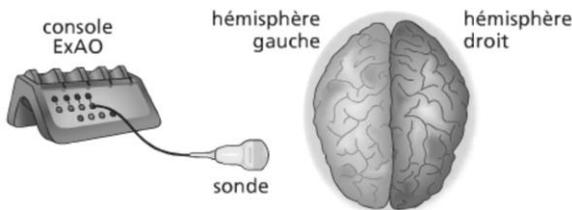


Fig. 4 Examen d'un cerveau.

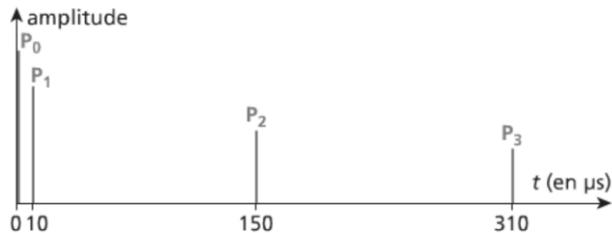


Fig. 5 Échogramme du cerveau.

L'enregistrement obtenu sur un patient permet de tracer l'échogramme de la figure 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, P_3 . P_0 correspond à l'émission à l'instant de date $t = 0\text{ s}$ de l'impulsion.

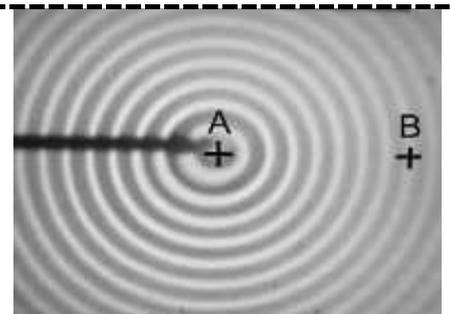
La célérité des ultrasons dans les hémisphères est $v = 1,5 \cdot 10^3\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

1. Attribuer une signification aux pics P_1, P_2 et P_3 .
2. En déduire la largeur L de chaque hémisphère.

EXERCICE 3

: à l'aide d'un vibreur, on crée des ondes progressives sinusoïdales de fréquence f à la surface de l'eau (voir ci-contre). Les points A et B sont distants d'une distance $d = 6,0\text{ cm}$.

- 1) Représenter sur la figure 2 la longueur d'onde λ
- 2) Déterminer précisément cette longueur d'onde.
- 3) Sachant que la fréquence des vibrations vaut $f = 17\text{ Hz}$, calculer la célérité de l'onde.



EXERCICE 4

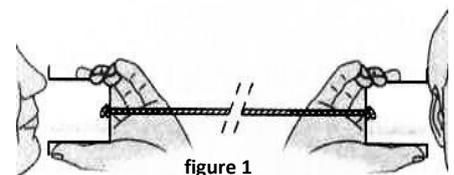
À l'ère du téléphone portable, il est encore possible de communiquer avec un système bien plus archaïque... le téléphone pot de yaourt : figure 1.

L'onde sonore produite par le premier interlocuteur fait vibrer le fond du pot de yaourt, le mouvement de va et vient de celui-ci, imperceptible à l'œil, crée une perturbation qui se propage le long du fil. Cette perturbation fait vibrer le fond du second pot de yaourt et l'énergie véhiculée par le fil peut être ainsi restituée sous la forme d'une onde sonore perceptible par un second protagoniste.

Données : célérité du son dans l'air à 25°C : $v_{\text{air}} = 340\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$

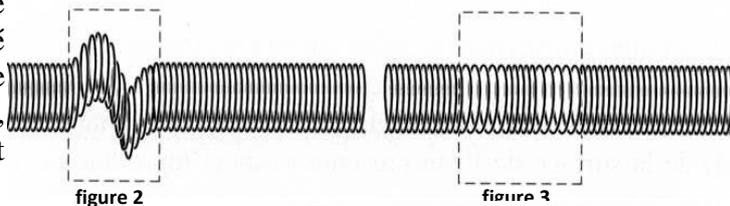
I. À propos des ondes

1. Compléter la chaîne des différents milieux de propagation des ondes mécaniques au sein du dispositif : de la

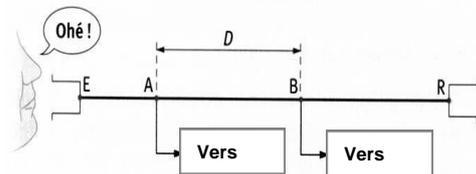


bouche de la personne qui parle, à l'oreille de la personne qui écoute (figure 1).
 bouche / ... / etc... / ... / tympan de l'oreille

Le fil légèrement élastique peut être modélisé par un ressort à spires non jointives. Les schémas suivants illustrent les conséquences de deux modes de déformation d'un ressort : l'écartement d'une extrémité du ressort selon une direction perpendiculaire à l'axe de celui-ci produit une onde de cisaillement (figure 2), alors qu'une déformation selon l'axe du ressort produit une onde de compression (figure 3).



2. Attribuer, à chacune des situations représentées sur les figures 2 et 3, les termes d'onde longitudinale et d'onde transversale. Justifier votre réponse. Seul le mode de déformation de la figure 3 correspond au phénomène observé sur le fil du dispositif étudié par la suite.



II. Célérité de l'onde qui se propage le long du fil

À 25°C, on réalise le montage de la figure 4 afin de mesurer la célérité des ondes sur le fil du dispositif. Deux capteurs, reliés en deux points A et B distants de $D=20\text{m}$ sur le fil, du pot de yaourt émetteur E. Les capteurs enregistrent l'amplitude de cette perturbation au cours du temps.

1. À partir de l'enregistrement de la figure 5, déterminer avec quel retard τ , par rapport au point A, le point B est atteint par le signal. La sensibilité verticale est de 1mV/div et la sensibilité horizontale de 5ms/div .

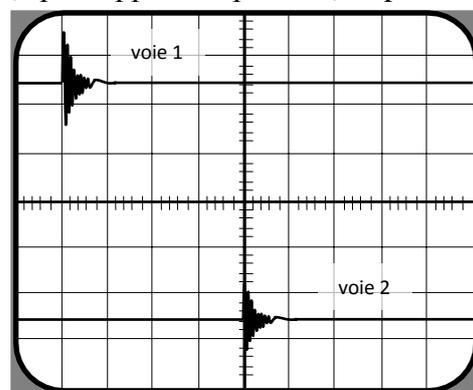


figure 5 5ms/div

2. Donner l'expression de la célérité v de l'onde sur ce fil en fonction de D et τ . Calculer sa valeur.

Le fil ER de longueur $L=50\text{m}$ est assimilé à un ressort de constante de raideur $k = 20\text{kg}\cdot\text{s}^{-2}$ et de masse linéique $\mu=1,0\cdot 10^{-3}\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}$.

3. Un modèle simple de la célérité v d'une onde de ce type dans ce fil est donné par l'expression suivante :

$$v = \sqrt{\frac{\mu}{k \cdot L}} \quad ; \quad v = \frac{k \cdot L}{\mu} \quad ; \quad v = \sqrt{\frac{k \cdot L}{\mu}} \quad ;$$

Montrer, par une analyse dimensionnelle, que cette relation est bien homogène à une vitesse. Rappels : Remplacer chaque grandeur par son unité. Les [] signifient "l'unité de".

4. Calculer la célérité de l'onde sur le fil ER en utilisant la relation précédente.

Une autre méthode, permettant de déterminer la célérité v de l'onde se propageant dans le fil, consiste à placer, devant le pot de yaourt émetteur, un haut-parleur qui émet des ondes sonores sinusoïdales de fréquence f_E .

Les ondes sinusoïdales qui se propagent dans le fil ont la même fréquence.

Lorsque la distance D est égale à $20,0\text{m}$, on obtient l'enregistrement de la figure 6. La sensibilité verticale est de 1mV/div pour les deux voies, et la sensibilité horizontale est de 1ms/div .

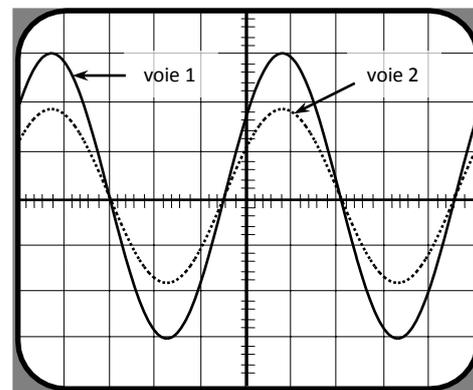


figure 6 1ms/div

1. À partir de l'enregistrement de la figure 7, déterminer la fréquence de l'onde qui se propage dans le fil.

2. Lorsque l'on éloigne le point B, du point A, on constate que les signaux se retrouvent dans la même configuration pour les valeurs de la distance :

$D = 25,0\text{m}$, $D = 30,0\text{m}$, $D = 35,0\text{m}$...

a. Donner la définition de la longueur d'onde λ .

En déduire la valeur de la longueur d'onde λ associée à l'onde qui se propage dans le fil, puis la célérité v de cette onde.

b. Sur la figure 7, représenter l'allure de la courbe que l'on observerait sur la voie 2, si la distance D était égale à $42,5\text{m}$. Expliquer.

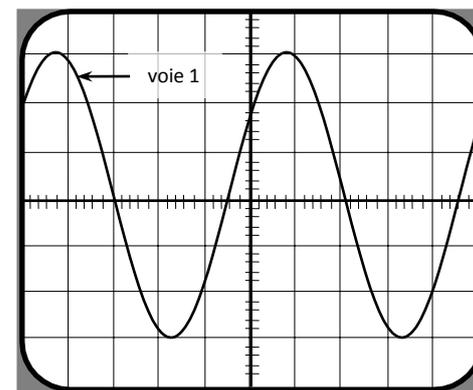


figure 7 1ms/div

Quelle différence fondamentale existe-t-il concernant la propagation des ondes du téléphone "pot de yaourt" et celles d'un téléphone portable ?