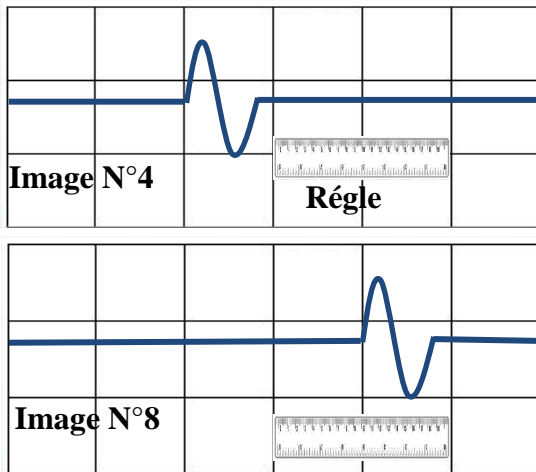


ONDES MECANIQUES PROGRESSIVES

Exercice 1

On crée une déformation à l'une des extrémités d'une corde horizontale et on enregistre en même temps, à l'aide d'un caméscope numérique réglé sur une fréquence de **25 image par seconde**. On utilise une règle graduée blanche de longueur **1m** pour régler l'échelle de mesure. On choisit les images N°4 et N°8 qui sont représentées sur la figure.



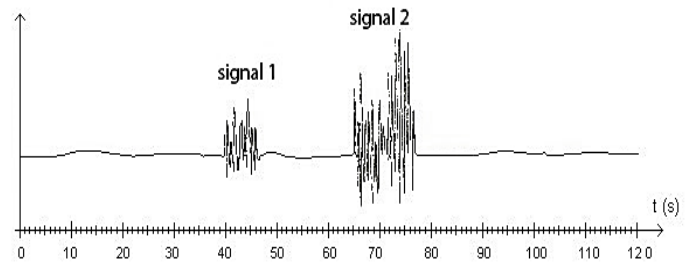
- 1) Calculer la durée séparant les instants de prise des images N°4 et N°8.
- 2) Calculer la distance parcourue par l'onde entre ces deux instants.
- 3) Calculer la vitesse de propagation de l'onde le long de la corde.
- 4) Déduire la tension de la corde F . on donne la masse linéique du corde $\mu = 26.10^{-3} \text{ Kg.m}^{-1}$

Exercice 2

Lors d'un séisme se propage deux types des ondes mécaniques :

- les ondes P les plus rapides se propageant dans les solides et les liquides.
- les ondes S moins rapides ne se propageant que dans les solides.

La figure suivante présente le sismogramme obtenu lors de ce séisme.

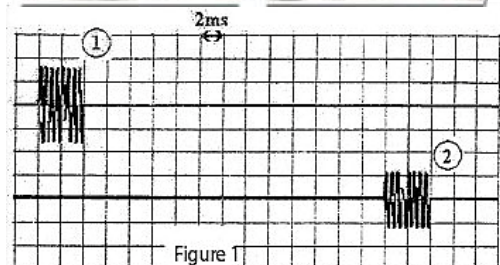
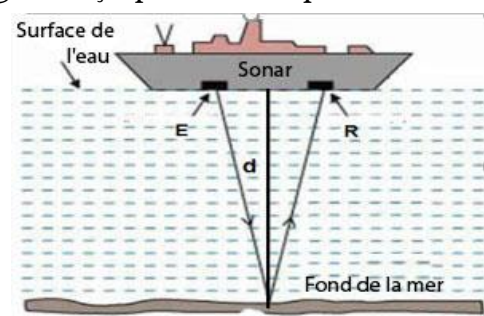


- 1) À quel type d'onde (S ou P) correspond chaque signal ? justifier
- 2) Sachant que le sismographe détecte le séisme à 8h 15min 20s, déterminer l'heure (h ; min ; s) à laquelle le séisme s'est déclenché à l'épicentre (début du séisme à $t=0$).
- 3) Les ondes P se propagent à une vitesse $v_p = 10 \text{ Km.s}^{-1}$, calculer la distance séparant l'épicentre et le début de séisme à 8h 15min 20s.

Exercice 3

Un sonar (Sound Navigation and Ranging) est un appareil utilisant les propriétés de la propagation des ondes ultrasonore dans l'eau pour détecter les objets sous l'eau, à l'aide d'un appareil d'acquisition on obtient deux signaux (figure 1) :

- un signal transmis par un Emetteur E
- un signal reçu par un Récepteur R



- 1) Déterminer parmi les signaux (1) et (2) qui correspond le signal transmis et reçu.
- 2) Déterminer la durée Δt entre le signal transmis et reçu.
- 3) Sachant que les ondes ultras sonore suivent un trajet vertical. Calculer d la Profondeur de l'eau où se trouve le navire. On donne la vitesse des ondes ultras sonore $v = 1,5 \cdot 10^3 \text{ m.s}^{-1}$

Exercice 4

Une sonde jouant le rôle d'émetteur et de récepteur, envoie une impulsion ultrasonore de faible durée de direction perpendiculaire à l'axe d'un tube cylindrique. L'onde sonore pénètre dans le tube, s'y propage et s'y réfléchit chaque fois qu'elle change de milieu (figure 1). L'oscillogramme obtenu sur le tube permet de tracer le diagramme (figure 2) qui représente des pics verticaux :

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

P_1 l'instant de réception du signal réfléchi (1)

P_2 l'instant de réception du signal réfléchi (2)

P_3 l'instant de réception du signal réfléchi (3)

On donne La célérité des ultrasons dans le matériau constituant le tube $v_m = 1 \cdot 10^4 \text{ m.s}^{-1}$ et dans l'air $v_a = 340 \text{ m.s}^{-1}$.

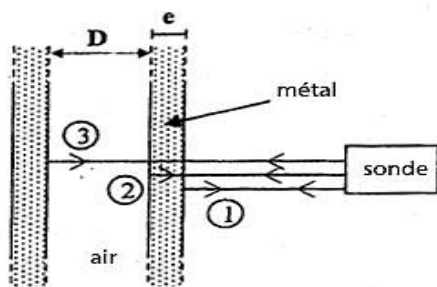


Figure 1

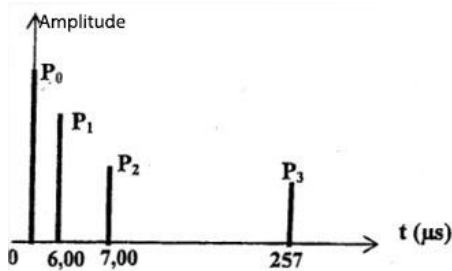
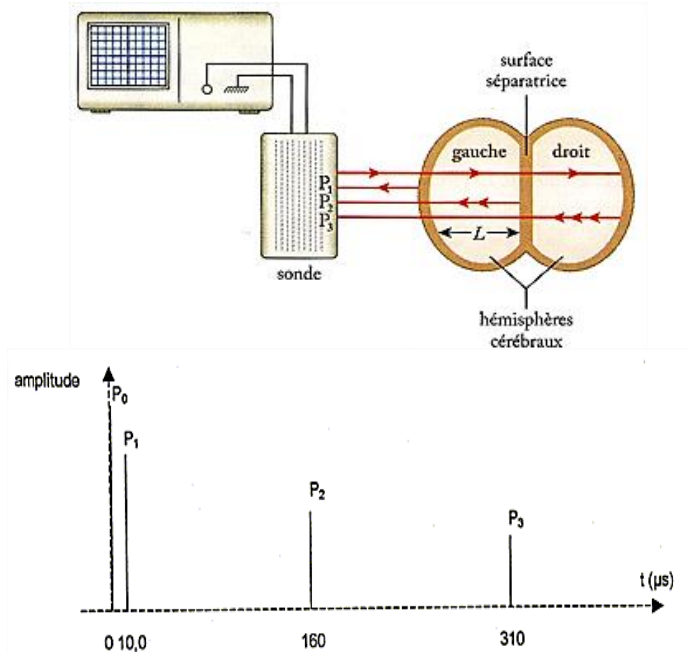


Figure 2

- 1) Déterminer la distance d séparant la face extérieure droite du tube et la sonde.
- 2) Calculer l'épaisseur e et le diamètre intérieur D du tube .

Exercice 5

La 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. Les signaux réfléchis génèrent des échos qui, au retour sur la sonde, y engendrent une tension électrique très brève. Un oscilloscope relié à la sonde permet la détection à la fois de l'impulsion émettrice et des divers échos.



La célérité des ultrasons dans les hémisphères $v_e = 1500 \text{ m.s}^{-1}$ et dans l'air $v_a = 340 \text{ m.s}^{-1}$.

- 1) Calculer la distance séparant l'hémisphère gauche et la sonde.
- 2) Quelle est la durée Δt du parcours de l'onde ultrasonore dans l'hémisphère gauche.
- 3) Dédurre la largeur L de l'hémisphère gauche.
- 4) Comparer la largeur de l'hémisphère gauche avec la largeur de l'hémisphère droite.

Exercice 6

1) Célérité des ondes ultrasonores dans l'air Au voisinage de la température ambiante

A 20°C on place un émetteur E et un récepteur R d'onde ultrasonore alignés sur la même droite séparant une distance $d = 0,5\text{ m}$. La durée entre le signal transmis et le signal reçu $\tau = 1,46\text{ ms}$.

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

-Pourquoi l'onde sonore est une onde mécanique.

-indiquer si l'onde sonore transversale ou longitudinale.

- quelle la différence entre une onde sonore audible et onde ultrasonore.

- donner le sens physique du retard τ .

1-2) Calculer la vitesse de propagation des ondes ultrasonore dans l'air.

1-3) On considère un point B qui s'éloigne de l'émetteur par une distance d_B .

Donner l'expression de l'élongation $y_B(t)$ en fonction de l'élongation de la source E.

2) Effet de la température sur la célérité des ondes ultrasonores.

L'expression de la vitesse de la propagation des ondes ultrasonore dans les gaz est :

$$v = \sqrt{\frac{\gamma \cdot P}{\rho}}$$

P : pression de gaz (Pa) $1\text{ Pa} = 1\text{ Kg.m}^{-1}.\text{s}^{-2}$

γ : constante caractérise le gaz ($\gamma = 1,4$ pour l'air)

ρ : la masse volumique du gaz

2-1) Déterminer l'unité de γ .

2-2) On considère que l'air est un gaz parfait, monter que l'expression de la vitesse des ondes ultrasonore s'écrit comme suit :

$$v = \sqrt{\frac{\gamma \cdot R \cdot T}{M}}$$

2-3) Calculer cette vitesse dans l'air en 30°C.

2-4) Quelle l'influence de la température de l'air sur la célérité des ondes ultrasonore.

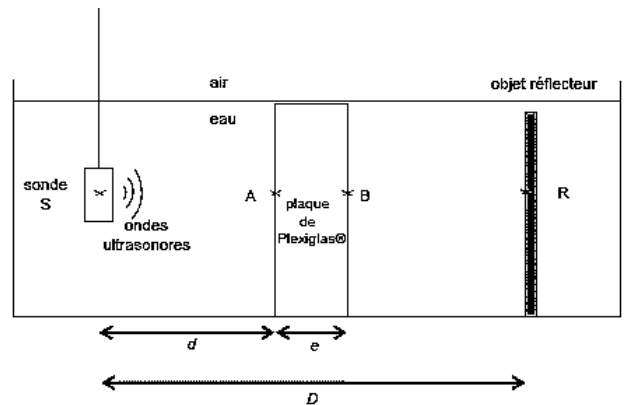
On donne :

- constante des gaz parfait $R = 8,314\text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

-La masse molaire de l'air $M = 29\text{ g.mol}^{-1}$

Exercice 7

Dans un récipient rempli d'eau, on place une plaque de Plexiglas d'épaisseur e . Une sonde échographique constituée d'un émetteur et d'un récepteur est plongée dans l'eau. Les signaux émis et reçus par la sonde sont très brefs. Sur les oscillogrammes, on représentera par un pic simple les signaux nécessaires à l'exploitation. On choisit sur les oscillogrammes l'origine des dates à l'instant de l'émission du signal.



1) L'oscillogramme figure 2 est obtenu sans la plaque de Plexiglas. À l'instant $t = 0\text{ s}$ on visualise le signal émis par la sonde. À l'instant t_R , on visualise l'écho réfléchi sur l'objet réflecteur,

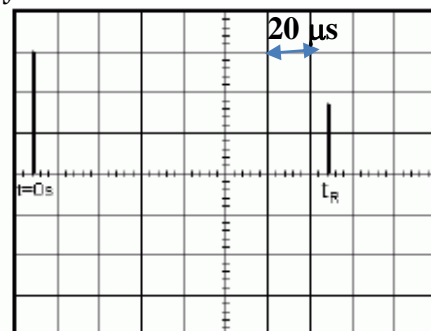
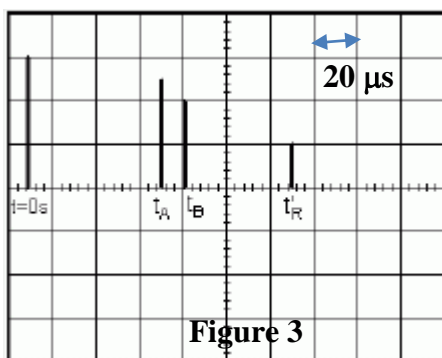


Figure 2

1-1) À l'aide de l'oscillogramme déterminer la date t_R

1-2) Établir l'expression de la date t_R en fonction de la distance D et de la célérité v des ultrasons dans l'eau.

2) L'oscillogramme figure 3 est obtenu avec la plaque de Plexiglas. t_A et t_B sont les dates auxquelles la sonde détecte les ondes réfléchies par les faces de la plaque de Plexiglas. Le nouvel écho de référence arrive à la date t'_R .



2-1) Les ultrasons se propagent-ils plus vite dans l'eau ou dans le Plexiglas ? Justifier.

2-2) Exprimer t'_R en fonction de D , e , v et v' .

2-3) Montrer que l'épaisseur e de la plaque a pour expression $e = \frac{v}{2}(t_R - t'_R + t_B - t_A)$.

Calculer la valeur de l'épaisseur de la plaque en prenant $v = 1,43 \cdot 10^3 \text{ m.s}^{-1}$.

3) calculer la célérité v' de l'onde ultrasonore dans le plexiglass.

« Ton meilleur professeur est ta dernière erreur »