

## Les Ondes Mécaniques Progressives

### Exercice 1 : la propagation d'une onde le long d'une corde

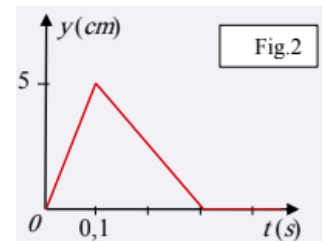
La figure ci-dessous représente la propagation d'une onde le long d'une corde. Elle représente l'aspect de la corde à l'instant  $t = 40\text{ms}$ . Sachant que la déformation commence à partir d'une source à l'instant  $t_0 = 0$ .



1. Définir une onde mécanique progressive.
2. Quelle la nature de l'onde ? quelle est sa dimension ?
3. Déterminer, à l'instant  $t$ , les points qui se dirigeront vers le bas ainsi que ceux se dirigeront vers le haut.
4. Calculer  $V$  la célérité de la propagation de l'onde le long de la corde.
5. A quel instant s'arrête le point M (position du début de la propagation).
6. Représenter graphiquement l'aspect de la corde à l'instant  $t'=10\text{ms}$ .
7. Déterminer la relation entre l'élongation du point M et celle de la source S.

### Exercice 2 : retard temporaire

Une perturbation se propage, à partir de la source S, le long d'une corde élastique avec une célérité  $v=10\text{m/s}$ . Le schéma de la Fig.2 représente la variation de l'élongation de la source en fonction du temps. On considère un point M de la corde situé à 4m de la source.



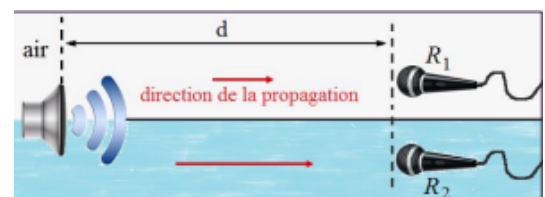
1. Déterminer la durée de la perturbation.
2. Calculer le retard du point M par rapport au point S.
3. Représenter la variation de l'élongation du point M en fonction du temps.

### Exercice 3 : Vitesse de propagation d'une onde

Dans un bassin d'essais, une source sonore S émet un bruit intense qui se propage dans l'air et dans l'eau. Le bruit est reçu par deux récepteurs sonores:  $R_1$  placé dans l'air et  $R_2$  situé dans l'eau

Données: célérité du son

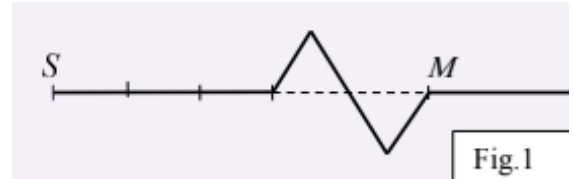
- Dans l'air:  $V_{\text{air}} = 340\text{m/s}$
- Dans l'eau:  $V_{\text{eau}} = 1500\text{m/s}$



1. Quel est le récepteur qui, le premier, détecte le bruit produit par la source?
2. On note  $\Delta t$  la durée séparant la détection du bruit par les récepteurs  $R_1$  et  $R_2$ . Exprimer la distance  $d$  séparant la source des récepteurs en fonction de la durée  $\Delta t$  et des célérités  $V_{\text{air}}$  et  $V_{\text{eau}}$ .
3. Calculer la valeur de  $d$  pour  $\Delta t=0.50\text{s}$

**Exercice 4 :corde élastique**

Une perturbation se propage le long d'une corde élastique de masse linéique  $\mu=6,4\text{g/m}$ , soumise à une tension  $F=1\text{N}$ . S est l'extrémité de la corde, source de la perturbation. La fig.1 représente, avec une échelle 1/50, l'aspect de la corde à un instant  $t_1$ .

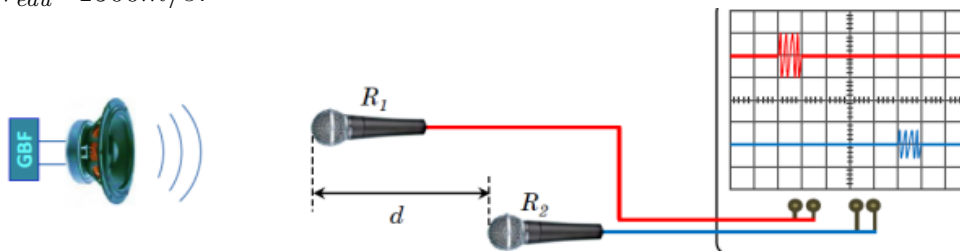


1. L'onde est-elle transversale ou longitudinale? Justifier votre réponse.
2. Calculer la célérité de l'onde.
3. Dessiner l'aspect de la corde à l'instant  $t_2=t_1 + 0,1\text{ (s)}$ .
4. Pendant quelle durée un point de la corde est-il affectée par le passage de la perturbation?
5. Calculer la durée  $\Delta t$  nécessaire pour que la perturbation parvienne au point M.

*Exercices Supplémentaires***Exercice 5 :Les ondes sonores**

Pour mesurer la propagation des ondes sonores dans l'air on réalise le montage expérimental représentant ci-dessous, la distance entre les deux microphones R1 et R2 est  $d=1,70\text{m}$ . La courbe ci-dessous représente la variation de la tension aux bornes de chaque microphone.

Donnée : La sensibilité horizontale :  $1\text{ms/div}$  ; température d'air  $25^\circ\text{C}$  ; célérité de la propagation du son dans l'eau  $V_{\text{eau}}=1500\text{m/s}$ .



1. Est que le son est une onde longitudinale ou transversale.
2. Déterminer la valeur du retard temporel entre les microphones R1 et R2.
3. Déduire la valeur  $V_{\text{air}}$  célérité de la propagation des ondes sonores dans l'air.
4. Déterminer la valeur du retard temporel  $\tau'$  quand on déplace le microphone vers la droite à partir de sa position initiale de  $L= 51\text{cm}$ .
5. Comparer  $V_{\text{air}}$  et  $V_{\text{eau}}$ . Que peut-t-on déduire.

**Exercice 6 : échographie**

Lors d'une échographie d'un fœtus, la sonde posée sur le ventre de la mère (voir schéma ci-dessous) émet et reçoit des signaux ultrasonores.

L'ordinateur calcule la durée  $\Delta t$  mis par le signal émis pour faire un aller jusqu'au fœtus et un retour jusqu'au récepteur.

La vitesse  $v$  de propagation des ondes ultrasonores dans le corps humain est de  $1500\text{m/s}$ .

La sonde orientée vers la tête du fœtus reçoit un premier signal avec un décalage  $\Delta t=3,0 \cdot 10^{-5}\text{s}$  après l'émission, et un deuxième signal avec  $\Delta t=7,0 \cdot 10^{-5}\text{s}$ .

1. Calculer la distance  $d_1$  entre la sonde et la paroi la plus proche de la tête du fœtus.
2. Calculer la distance  $d_2$  entre la sonde et la paroi la plus éloigné de la tête du fœtus.
3. Déduire le diamètre  $d$  de la tête du fœtus en cm.

