

## Généralités sur les ondes

### 1. Astuce d'indien ☺

Pourquoi les indiens d'Amérique collaient-ils leur oreille sur les rails pour détecter l'arrivée d'un train ?

### 2. Analyse temporelle d'une onde progressive ☺☺

Une corde vibrante est excitée de manière sinusoïdale par un vibreur placé en  $x = 0$  qui lui impose un mouvement transversale la forme  $y_0(t) = Y_0 \sin(\omega t + \varphi)$ .

La période du mouvement est égale à  $T=8$  s. La trajectoire du vibreur est un segment de droite de 12 cm de hauteur. A l'origine des temps celui-ci passe par sa position d'équilibre  $y_0(0) = 0$  et se déplace vers le bas.

1. Déterminer la valeur des trois paramètres  $Y_0 > 0$ ,  $\omega$  et  $\varphi$ .
2. Tracer  $y_0(t)$  sur une durée de 12 s à partir de l'origine des temps.
3. Déterminer par le calcul, le temps  $t_l$  au bout duquel la source se trouve pour la première fois à 3 cm au-dessus de la position initiale.

On suppose que le mouvement vibratoire se propage sans amortissement dans le sens des  $x$  croissants, la période dans l'espace (où longueur d'onde) étant égale à 32cm.

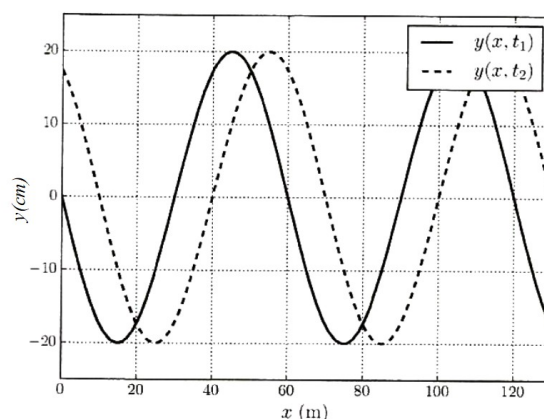
4. Quelle est la célérité  $c$  de l'onde ?
5. Donner l'expression mathématique de l'onde sous la forme :  $y_M(x, t) = -Y_0 \sin(\omega t - kx + \phi)$
6. Faire un schéma de la corde à l'instant  $\tau = 10$  s.

### 3. Emportées par la houle ☺☺

La houle est un mouvement ondulatoire de la surface de la mer formé par un vent lointain. Nous l'assimilerons pour simplifier à une onde harmonique se propageant le long d'un axe  $ox$ . Nous notons  $y(x, t)$  l'ordonnée du point de la surface qui se trouve en  $x$  à l'instant  $t$ . La fonction  $y(x, t)$  est représenté sur la figure à deux instants différents  $t_1 = 0,0s$  et  $t_2 = 1,0s$ .

On admet que  $t_2$  est inférieur à la période  $T$  de l'onde.

- 1) Dans quel sens se propage l'onde ?
- 2) Déterminer sa longueur d'onde  $\lambda$ , sa période et sa vitesse de propagation  $c$ .
- 3) Proposer une écriture de  $y(x, t)$ .
- 4) Emportées par la houle qui les traîne et les entraîne, deux mouettes se trouvent aux abscisses  $x_1=0,0m$  et  $x_2=5,0m$  à la surface de l'eau. Peut-on dire que la houle les éloignent l'une de l'autre ? Représenter sur un même graphe l'évolution de l'ordonnée des deux mouettes assimilées à des points matériels en fonction du temps.



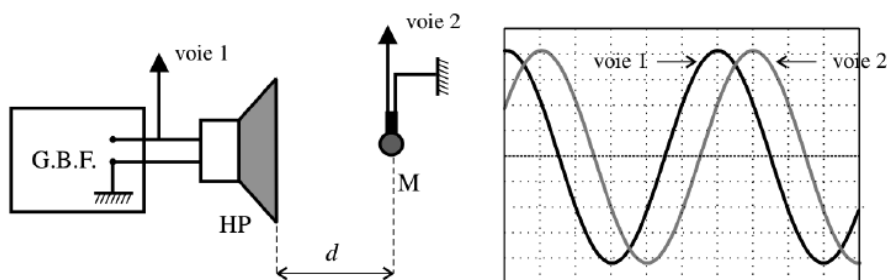
### 4. Déphasage ☺☺

Une corde vibrante est excitée de manière sinusoïdale par un vibreur placé en  $x=0$  qui lui impose un mouvement transversal :  $u(0, t) = u_0 \cos(\omega t)$  de pulsation  $\omega$ . Une onde se propage dans le sens des  $x$  croissants.

1. Quel est le signal  $u(x, t)$ ?
2. Représenter les courbes  $u(x_0, t)$  dans les 4 cas suivants :  $x_0 = \frac{\lambda}{4}$ ,  $x_0 = \frac{\lambda}{2}$ ,  $x_0 = \frac{3\lambda}{4}$  et  $x_0 = \lambda$  comment appelle-t-on ce type de représentation? Déterminer dans chaque cas le déphasage de  $u(x_0, t)$  par rapport à  $u(0, t)$ .

### 5. Étude expérimentale d'une onde progressive sinusoïdale ☺☺

Un haut-parleur (HP) est mis en vibration à l'aide d'un générateur de basses fréquences GBF réglé sur la fréquence  $f = 1500\text{Hz}$ . L'onde sonore ainsi créée se propage dans l'air à la célérité  $v = 342 \text{ m.s}^{-1}$ . Un microphone M placé à distance  $d$  du haut-parleur reçoit le signal sonore et le transforme en un signal électrique. Les signaux du GBF et du microphone sont envoyés respectivement sur les voies 1 et 2 d'un oscilloscope.



1. Pour une certaine position de M et un réglage adéquat de l'oscilloscope, l'écran a l'aspect représenté sur la figure ci-dessus. Quel est le déphasage des signaux visualisés ?
2. L'oscilloscope étant synchronisé sur la voie 1, comment évolue la courbe de la voie 2 lorsqu'on éloigne M du HP?
3. De combien doit-on augmenter  $d$  pour voir les deux signaux en phase ? Quel est le meilleur moyen pour savoir si deux signaux sont en phase ?