

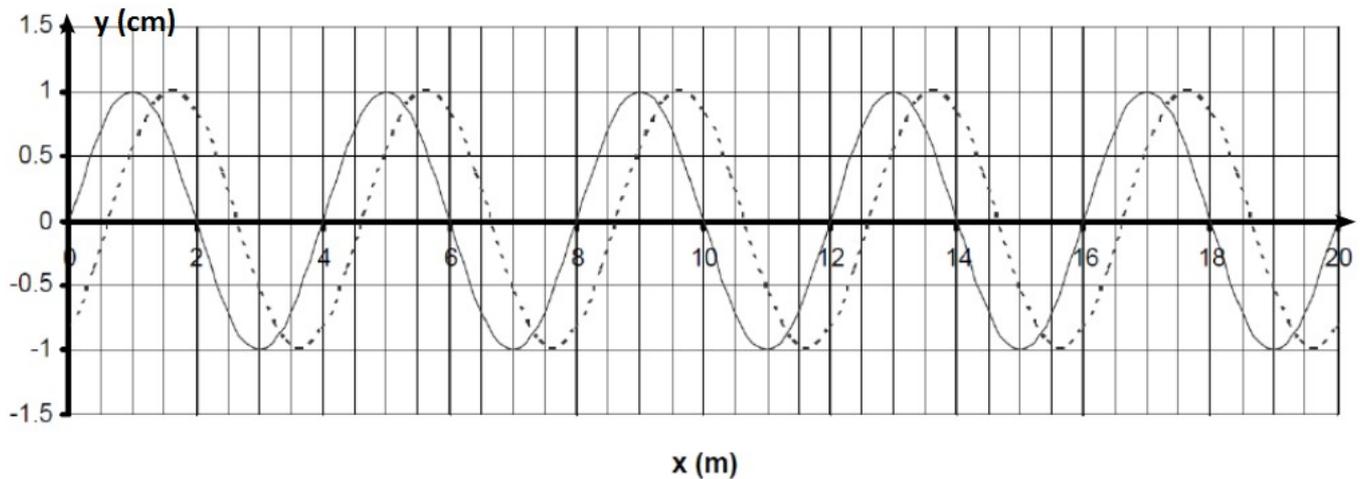
Généralités sur les ondes

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 d'un oscillogrammes ☺☺

Ci-dessous est représenté le graphique d'une onde progressive sinusoïdale transversale se propageant dans le sens des x croissants. Le trait continu est la « photographie » de l'onde à $t_0=0$. Une seconde image (pointillée) est prise à $t_1=0,1$ s.



- 1) Que signifie onde transversale ?
- 2) A quel type d'analyse correspond la photographie de l'onde à t_0 ?
- 3) Déterminer la longueur d'onde λ , la vitesse de propagation c , la fréquence f de l'onde ainsi que l'amplitude Y_m des oscillations.
- 4) A partir du graphe, déduire l'élongation de l'onde notée $Y_M^+(x, t_0)$ à t_0 en fonction de Y_m et λ .
- 5) En déduire de l'expression précédente l'élongation de l'onde notée $Y_M^+(x, t)$ en tout point M de l'axe Ox en fonction de Y_m , λ et c .

3. Onde progressive dans une corde vibrante ☺☺

L'extrémité O d'une corde est reliée à un vibreur harmonique transversal de fréquence $f=50$ Hz et d'amplitude 2 cm. On suppose qu'il n'y a pas de réflexion à l'autre extrémité de la corde. Cette corde, de masse linéaire $\mu=200$ g/m, est tendue par un poids de 20N.

(On définit un axe Ox parallèle à la corde, orienté dans le sens de propagation des ondes et tel que $x_0=0$.)

- a) Montrer que le point S d'abscisse $x_S = 1,2$ m est en phase avec la source O. Trouver un point N de la corde qui est en opposition de phase avec S et O.
- b) L'origine des temps correspond à un passage de la source O par sa position d'élongation maximale. Déterminer l'élongation de l'onde $Y^+(0, t)$ puis $Y^+(x, t)$.
- c) Déterminer l'élongation y_S du point S ainsi que la vitesse de déplacement $v_y(s)$ du point S à l'instant $t = 0,012$ s.

Donnée : la célérité d'une onde sur une corde de masse linéique μ tendue sous l'action d'une force F est $c = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$

Rep : b) $(y(x; t) = 0,02 \cdot \sin[2\pi(t/0,02 - x/0,2) + \pi/2])$; c) Rep : $y_S = -1,62$ cm, $v_{y_S} = 3,69$ m/s

4. Déphasage ☺☺

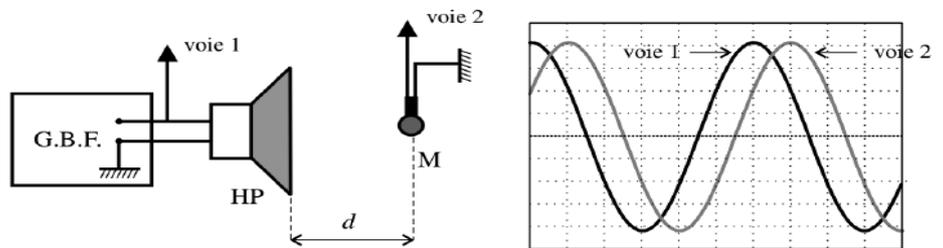
Une corde vibrante est excitée de manière sinusoïdale par un vibreur placé en $x=0$ qui lui impose un mouvement transversal : $u(0, t) = u_0 \cos(\omega t)$ de pulsation ω . Une onde se propage dans le sens des x croissants.

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.



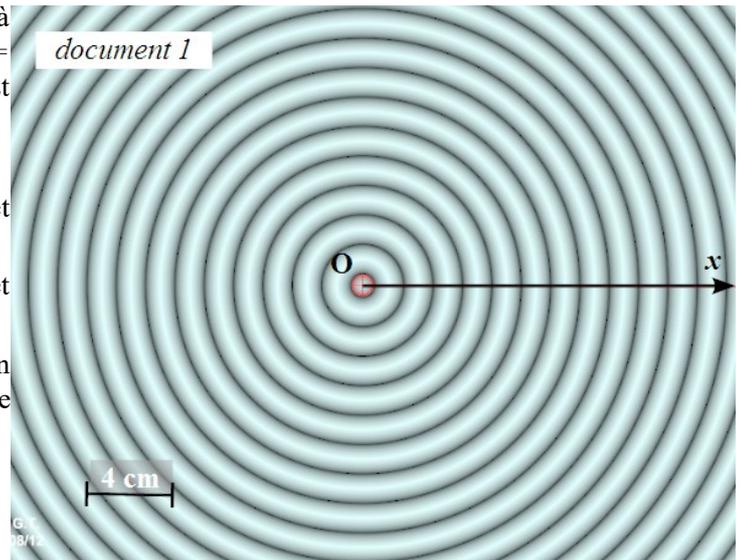
1. Pour une certaine position de M et un réglage adéquat de l'oscilloscope, l'écran a l'aspect représenté sur la figure ci-dessus. Quel est le déphasage des signaux visualisés ?
2. L'oscilloscope étant synchronisé sur la voie 1, comment évolue la courbe de la voie 2 lorsqu'on éloigne M du HP?
3. De combien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

6. Expérience sur les ondes à la surface de l'eau 😊😊

La document 1 ci-contre représente la surface d'une cuve à onde où un vibreur (S) engendre une onde de fréquence $f = 18\text{ Hz}$. L'image est claire là où la surface de l'eau est convexe (en bosse), foncée là où elle est concave (en creux).

Exploitation du document 1:

1. Pourquoi le document correspond-t-il à une simulation et non à la photographie d'une expérience?
2. Comment reconnaître les points qui vibrent en phase et ceux qui vibrent en opposition de phase ?
3. En expliquant votre démarche, déterminer avec un maximum de précision la longueur d'onde λ de l'onde émise par le vibreur.
4. Déduire la célérité c de l'onde.



Étude mathématique de la propagation

On étudie la propagation de l'onde suivant la direction de l'axe Ox , O étant la position du vibreur (S) au repos. On repère le mouvement vertical de l'onde grâce à un axe Oy ascendant orthogonal à l'axe Ox . A l'origine des temps le vibreur (S) passe par sa position d'équilibre et se déplace vers le bas. Le vibreur se déplace sur un segment vertical de $1,2\text{ cm}$.

5. On suppose les oscillations verticales du vibreur de la forme $y_S(0, t) = A \sin(\omega t + \phi)$ où **A est positif**. Nommer A, ω et ϕ puis déterminer leur valeur.
6. Déterminer $y_M(x, t)$ pour tout point M de l'axe Ox en utilisant les paramètres ω , A et λ .
7. On considère les points M_i suivants : M_1 d'abscisse $x_1 = \frac{\lambda}{4}$, M_2 d'abscisse $x_2 = \frac{\lambda}{2}$ et M_3 d'abscisse $x_3 = \frac{3\lambda}{4}$.
 - 7.1. Pour chacun des points M_i , représenter $y_{M_i}(x_i, t)$ sur 2 périodes et déterminer le déphasage de leurs oscillations par rapport à celles du vibreur.
 - 7.2. Quels sont les points M_i qui vibrent en opposition de phase ?
 - 7.3. Quel est l'abscisse du point M_4 le plus proche de M_2 en phase avec M_2 ?
8. A $t = 3s$, représenter, en justifiant mathématiquement, le niveau de l'eau $y_M(x, 3)$ pour x compris entre λ et 3λ . Comment appelle-t-on ce type de représentation ?