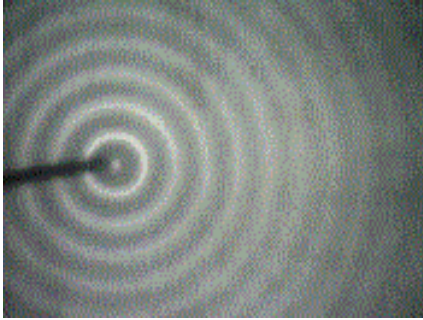


TP φ 02 - Ondes mécaniques progressives périodiques

I. Mesure de la période, la longueur d'onde et la célérité d'une onde périodique créée à la surface de l'eau

Nous observons la propagation d'une onde circulaire périodique à la surface d'une cuve à ondes.

a) Décrire l'aspect de la figure observée.



Nous utilisons ensuite un enregistrement vidéo de ce phénomène (lequel enregistrement a été réalisé précédemment).

Remarque : la vidéo affiche 25 images par seconde.

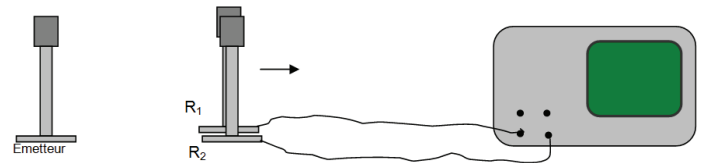
- Indiquer comment mesurer la longueur d'onde λ avec la meilleure précision possible. Procéder à la mesure.
- Indiquer comment mesurer la célérité c de l'onde avec la meilleure précision possible. Procéder à la mesure.
- Indiquer comment mesurer la période temporelle T de l'onde avec la meilleure précision possible. Procéder à la mesure.
- En déduire la fréquence f de l'onde. Comparer la valeur obtenue à la fréquence affichée par le dispositif.
- Proposer un lien entre période, longueur d'onde et célérité. Vos valeurs expérimentales confirment-elles cette relation ?

II. Mesure de la période, la longueur d'onde et la célérité d'une onde ultrasonore

Nous disposons d'un oscilloscope, d'un émetteur et de deux récepteurs à ultrasons R_1 et R_2 .

L'émetteur est alimenté par un générateur de tension continue de 15 V. Sélectionner le mode d'émission « continu ».

Les deux récepteurs sont reliés respectivement aux entrées 1 et 2 de l'oscilloscope. Ils sont initialement placés côte à côte, de part et d'autre d'une règle graduée, à égale distance de la source, comme indiqué sur le schéma ci-dessous :



Les deux voies de l'oscilloscope sont réglées sur la même sensibilité verticale.

- Effectuer un réglage approprié du balayage.
- Selon vous, comment se situeront les deux courbes, l'une par rapport à l'autre ? Pourquoi ?
 - Sur une feuille quadrillée représentant l'écran de l'oscilloscope, dessiner soigneusement ces deux courbes. Que représentent-elles ?
- Sans toucher au récepteur R_1 , nous déplaçons R_2 dans le sens indiqué sur le schéma.
- Qu'observe-t-on sur l'écran de l'oscilloscope (effectuer un dessin) et pourquoi ?
 - Expliquer comment effectuer, avec la meilleure précision possible, une mesure de la période temporelle T de cette onde ultrasonore. Procéder à cette mesure.
 - Expliquez comment effectuer avec le plus de précision possible une mesure de la longueur d'onde λ de cette onde ultrasonore. Procéder à cette mesure.
 - En déduire la célérité c de l'onde ultrasonore émise par votre source.

TP φ02 - Ondes mécaniques progressives périodiques – éléments de correction –

Suite à cette séance de travaux pratiques, voici ce qu'il faut savoir / savoir faire :

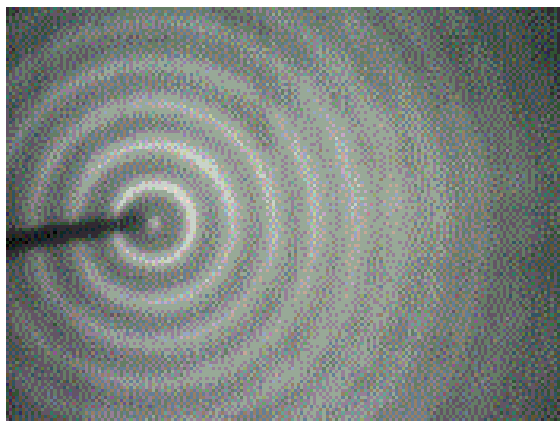
- Savoir mesurer / calculer la période, la longueur d'onde et la célérité d'une onde progressive périodique à partir d'un enregistrement vidéo (en tenant compte de l'échelle des distances, et de la durée entre deux images).
- Savoir mesurer / calculer la période, la longueur d'onde et la célérité d'une onde ultrasonore progressive périodique captée par deux microphones reliés à un oscilloscope.
- Savoir utiliser la « fiche méthode oscilloscope » afin de manipuler correctement celui-ci.

I. Mesure de la période, la longueur d'onde et la célérité d'une onde périodique créée à la surface de l'eau

- a) Nous observons une succession de cercles brillants et sombres qui s'éloignent concentriquement du vibreur.

Les franges sombres sont appelées *creux* ; les franges claires sont appelées *crêtes*.

À un instant donné, deux creux successifs, ou deux crêtes successives, sont séparés par la même distance : cette distance est la *longueur d'onde* λ .



- b) Pour effectuer la mesure avec une bonne précision, nous procédons d'abord à un arrêt sur image. Afin de diminuer l'erreur relative de la mesure, nous mesurons l'écart correspondant à **plusieurs** longueurs d'onde (par exemple, nous mesurons l'écart correspondant à huit longueurs d'onde, puis nous divisons la valeur par huit).

Nous procédons à la mesure. Huit longueurs d'onde correspondent à une distance de 10 cm.

Nous avons donc $\lambda = \frac{1,0 \cdot 10^{-1}}{8} = 1,3 \cdot 10^{-2} \text{ m}$.

- c) Nous suivons une frange brillante et nous mesurons la distance qu'elle parcourt, en faisant

défiler un certain nombre d'images. Comme nous savons qu'il y a 25 images par seconde, nous en déduisons la durée du parcours. Nous pouvons donc en déduire c .

Mesure : nous faisons défiler 13 images, ce qui correspond à une durée $\Delta t = \frac{13}{25} \text{ s}$.

Le déplacement d'une frange brillante est alors de 6,7 cm. Nous en déduisons la valeur de la célérité :

$$c = \frac{6,7 \cdot 10^{-2}}{\frac{13}{25}} = 0,13 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

- d) Nous nous plaçons en un point M quelconque de la surface, par exemple sur une frange brillante et nous faisons défiler, une à une, n images jusqu'à ce que l'état du point M redevienne identique à son état initial pour la $k^{\text{ème}}$ fois : la durée écoulée est

donc égale à $k \times T$ et aussi à $n \times \frac{1}{25} \text{ s}$.

$$\text{Nous en déduisons : } k \times T = n \times \frac{1}{25} \Rightarrow T = \frac{n}{25 \times k}$$

A.N. : nous mesurons $n = 27$, $k = 11$.

$$\text{Donc : } T = \frac{27}{25 \times 11} = 0,098 \text{ s}$$

- e) La fréquence f est donnée par la relation : $f = \frac{1}{T}$.

$$\text{Nous avons : } f = \frac{25 \times 11}{27} = 10 \text{ Hz}$$

La fréquence affichée par la cuve à ondes est : $f' = 13 \text{ Hz}$. L'écart relatif est

$$\frac{|f - f'|}{f'} = \frac{|10 - 13|}{13} = 0,23 = 23 \%$$

Cette valeur est supérieure à 10 % ; l'afficheur de la cuve n'est sans doute pas très précis.

- f) La longueur d'onde est la distance parcourue par l'onde pendant la durée d'une période.

$$\text{Ainsi : } \lambda = c \times T$$

Sachant que nous avons mesuré $T = 0,10 \text{ s}$ et $c = 0,13 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, nous aurions dû mesurer :

$$\lambda = 0,13 \times 0,098 = 0,013 \text{ m} = 1,3 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

C'est justement la valeur que nous avons mesurée au b). Nos mesures sont donc cohérentes entre elles...

II. Mesure de la période, la longueur d'onde et la célérité d'une onde ultrasonore

(Il manque les schémas)

- a) Les courbes sont quasiment identiques, elles ont une même période temporelle et une même amplitude. L'explication est la suivante : les deux récepteurs sont situés à la même distance de l'émetteur.
- b) Les courbes représentent les variations d'amplitude de l'onde ultrasonore au cours du temps en deux points donnés de l'espace (les points R_1 et R_2).
- c) Le signal de R_1 reste inchangé. Le signal reçu par R_2 se décale vers la droite sur l'oscilloscope, ce qui montre que R_2 reçoit le signal avec un certain retard par rapport à R_1 . C'est logique, sachant que la distance à parcourir pour l'onde est plus grande qu'auparavant, dans le cas du récepteur R_2 .
- d) Il s'agit de mesurer la période temporelle. Nous observons donc, en un point de l'espace donné, **au bout de combien de temps** le signal se reproduit à l'identique. Nous mesurons donc directement la période sur le signal de la voie 1, ou sur celui de la voie 2.

Pour augmenter la précision, nous mesurons la valeur de plusieurs périodes.

Nous mesurons $T = 24 \mu\text{s}$.

Remarque : Attention, le mode « curseurs » de l'oscilloscope nous fournit une valeur avec plus de deux chiffres significatifs, mais nous observons qu'une erreur d'un pixel sur l'écran, fait varier la durée mesurée de plus de $0,1 \mu\text{s}$. Les chiffres après la virgule ne sont donc pas vraiment fiables, lors de cette mesure).

- e) Il s'agit d'une période spatiale, nous devons mesurer **la distance à parcourir pour que le signal se répète identique à lui-même**.

Nous déplaçons le récepteur jusqu'à ce que le signal à l'écran de l'oscilloscope se répète identique à lui-même en ce point.

Pour augmenter la précision, nous déplaçons le récepteur de **plusieurs** longueurs d'onde.

Nous mesurons $\lambda = 8,4 \text{ mm}$

- f) Nous utilisons la relation $c = \frac{\lambda}{T}$:

$$c = \frac{8,4 \cdot 10^{-3}}{24,2 \cdot 10^{-6}} = 3,5 \cdot 10^2 \text{ m.s}^{-1}.$$

L'écart relatif est de... 0 % !