

LES ULTRASONS

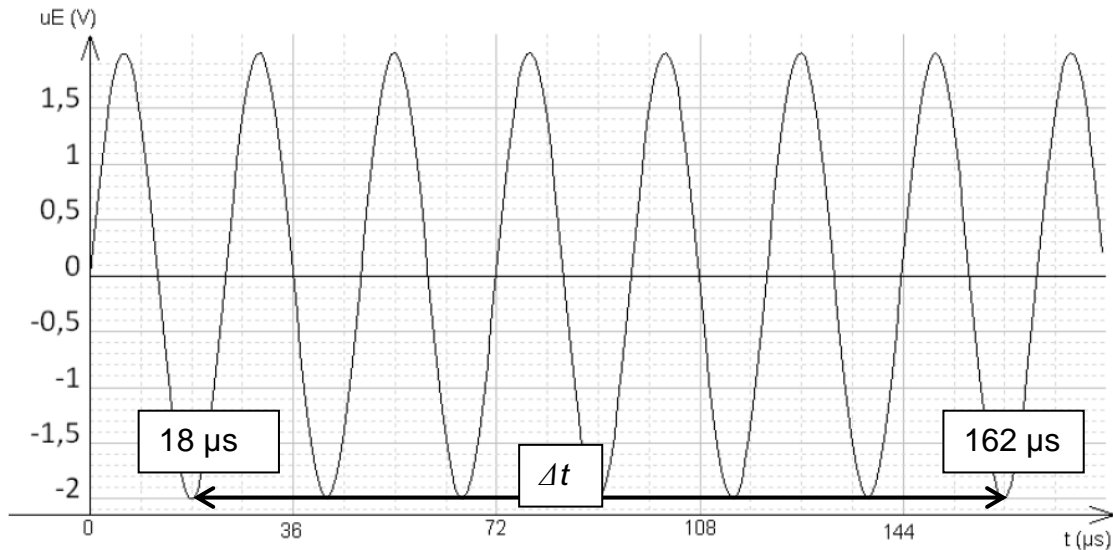
A : NETTOYAGE EN ARCHÉOLOGIE : Les ultrasons au service du nettoyage**1. Étude des ultrasons**

Figure 1

1.1. (0,5) On mesure la durée Δt du plus grand nombre N possible de périodes, on en déduit la période

$$T = \frac{\Delta t}{N}$$

$$T = \frac{162 - 18}{6} = 24 \mu\text{s} = 24 \times 10^{-6} \text{ s}$$

1.2. (0,5) $f = \frac{1}{T}$

$$f = \frac{1}{24 \times 10^{-6}} = 41\,667 \text{ Hz que l'on arrondit à deux chiffres significatifs donc } f = 4,2 \times 10^4 \text{ Hz} = 42 \text{ kHz}$$

valeur en total accord avec la notice qui annonce 42 kHz.

1.3.1. (0,25) Voir l'animation <http://passebon.pagesperso-orange.fr/animations/US.swf>

La longueur d'onde est la plus petite distance entre deux points du milieu dans le même état vibratoire.

1.3.2. (0,25) Initialement l'émetteur et le récepteur étant dans la même tranche d'air, les signaux sont en phase. En éloignant le récepteur d'une distance égale à la longueur d'onde $\lambda = 8 \text{ mm}$, on observe à nouveau des signaux en phase.

(0,25) Pour augmenter la précision de la mesure, il faut mesurer plusieurs longueurs d'onde. On procède à plusieurs décalages successifs des signaux. Ainsi la distance mesurée est plus grande.

Complément :

- Comment diminuer l'erreur relative d'une mesure ?

Avec une règle graduée uniquement en cm (pas de repère des mm), on mesure une distance $d_{\text{réelle}} = 3,5 \text{ cm}$.

On lit sur la règle 3 ou 4 cm.

On commet une erreur absolue de $|d_{\text{réelle}} - d_{\text{mesurée}}| = 0,5 \text{ cm}$.

On commet une erreur relative de $\frac{|d_{\text{réelle}} - d_{\text{mesurée}}|}{d_{\text{réelle}}} = \frac{0,5}{3,5} = 14\% \text{ d'erreur relative}$.

Avec cette règle, on mesure une distance plus grande $d_{\text{réelle}} = 14,5 \text{ cm}$.

On lit sur la règle 14 ou 15 cm.

On commet la même erreur absolue = 0,5 cm

Mais on commet une **erreur relative plus faible**, elle vaut dans ce cas $\frac{0,5}{14,5} = 3,4 \% \text{ d'erreur.}$

$$1.3.3. (0,25) \lambda = v \cdot T \text{ donc } v = \frac{\lambda}{T} \qquad v = \frac{8 \times 10^{-3}}{24 \times 10^{-6}} = 3 \times 10^2 \text{ m.s}^{-1}$$

(0,25) La valeur attendue est de 340 m.s⁻¹ à 25°C.

(0,25) L'écart entre les deux valeurs est dû au manque de précision sur la valeur expérimentale de la célérité et on peut aussi remarquer que l'expérience a été réalisée à 20°C et non pas à 25°C.

1.4. (0,5) La fréquence f des ultrasons émis est la même quel que soit le milieu de propagation. Par contre la célérité v des ultrasons varie selon ce milieu.

Comme $\lambda = \frac{v}{f}$ alors la longueur d'onde varie suivant le milieu de propagation.

2. Étude du nettoyage

2.1. (0,25) Les ultrasons nécessitent un milieu matériel pour se propager, ce sont effectivement des ondes mécaniques.

2.2. (0,25) Les ondes ultrasonores se distinguent des ondes sonores par leur **fréquence**.

ÉTUDE D'UN SONDEUR (5 points)

1. Le sondeur doit comporter un capteur de température car la célérité de l'onde ultrasonore qu'il émet dépend (entre autres) de la température. Et cette célérité intervient dans la durée entre l'émission et la réception de l'onde.

Dans les conditions de l'exercice :

$$S = 35 \text{ ‰} \text{ et } \theta = 10^\circ\text{C}$$

Par lecture graphique, $v = 1490 \text{ m.s}^{-1}$.

2. L'article de Pour la science indique que la réflexion dépend de la taille du réflecteur (poisson) face à la longueur d'onde de l'onde incidente.

Déterminons cette longueur d'onde : c'est la distance parcourue par l'onde à la célérité v durant une période T :

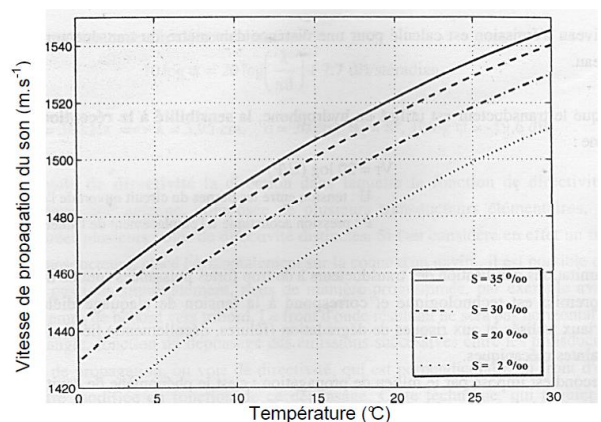
$$\lambda = v \cdot T = \frac{v}{f} \qquad \lambda = \frac{1490}{83 \times 10^3} = 1,8 \times 10^{-2} \text{ m} = 1,8 \text{ cm}$$

Les sardines tout comme les thons sont grands par rapport à cette longueur d'onde, donc la réflexion des ondes ultrasonores sera directionnelle et le sondeur pourra les détecter.

Les informations fournies ne permettent pas de savoir si le sondeur est plus ou moins performant avec un thon ou une sardine.

3. L'onde effectue un aller-retour, soit une distance égale à $2d$, en une durée Δt .

$$v = \frac{2d}{\Delta t} \quad \text{donc} \quad d = \frac{v \cdot \Delta t}{2} \qquad d = \frac{1490 \times 32 \times 10^{-3}}{2} = 24 \text{ m.}$$



D'après « Acoustique et pêche maritime » de Diner et Marchand, Ifremer

