

ULTRASONS - Mesures et incertitudes

Dispositifs expérimentaux disponibles :

Un émetteur (avec mode salve et mode périodique) et deux récepteurs d'ultrasons

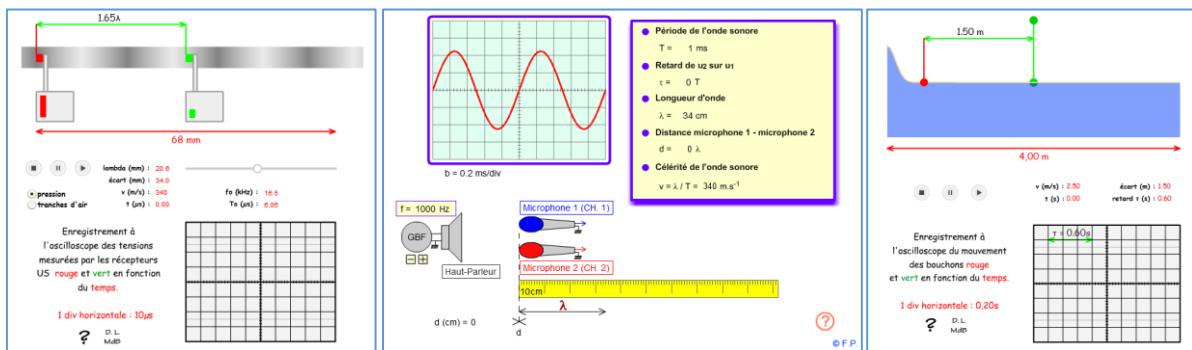
Un banc de mesure de longueurs

Un oscilloscope

Un dispositif d'acquisition et de traitement (avec transformée de Fourier).

Documents d'aide :

[dephasage.swf], [dephasage-son.swf], [retard.swf] ; annexe ci-jointe et dossier [incertitudes]



Consigne groupe de deux (20 min)

Elaborer et mettre en œuvre les protocoles permettant de déterminer :

- La fréquence des ultrasons par deux méthodes (oscilloscope et dispositif d'acquisition)
- La célérité des ultrasons dans l'air par deux méthodes mettant en œuvre une exploitation graphique :
 - a) repérage des positions d'un récepteur par rapport à l'émetteur pour une réception en phase par rapport à l'émetteur (ou mesures de distances entre les deux récepteurs pour des réceptions en phase) ;
 - b) mesures du retard δt du signal (en mode salve) pour une distance δx entre l'émetteur et un récepteur (ou entre les deux récepteurs).

ANNEXE Incertitudes

Document 1 : exemple de calcul d'incertitude de type B

Mesure de période à l'oscilloscope et calcul de fréquence

$2T = 9 \times 500 \cdot 10^{-6}$ donc $T = 2,25 \cdot 10^{-3}$ s

Calcul d'incertitude :

sur la mesure de 2 périodes : $\Delta(2T) = 2 \times k \times q / \sqrt{12}$

q étant la résolution (graduation) : ici $0,2 \text{ div} = 0,2 \times 500 \cdot 10^{-6}$ s

2 correspond à double lecture (2 points de mesure)

k est un entier correspondant au taux de confiance souhaité (k = 2 pour un taux de confiance de 95 %)

$$\Delta(2T) = 2 \times 2 \times 0,2 \times 500 \cdot 10^{-6} / \sqrt{12} = 1,15 \cdot 10^{-4} \text{ s}$$

Donc $\Delta(T) = 5,77 \cdot 10^{-5} = 0,06 \cdot 10^{-3}$ s

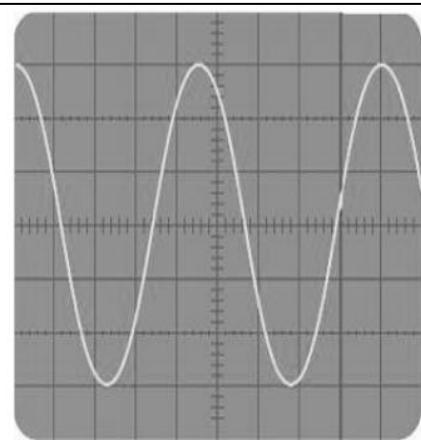
Résultat : $T = 2,25 \cdot 10^{-3} \pm 0,06 \cdot 10^{-3}$ s (k = 2)

Précision : $\Delta T / T = 0,027 = 2,7 \%$

calcul de la fréquence $f = 1 / T = 444,4 \text{ Hz}$

$\Delta f / f = \Delta T / T = 2,7 \%$ donc $\Delta f = 0,027 \times 444,4 = 12 \text{ Hz}$

Résultat : $f = 444 \pm 12 \text{ Hz}$ (k = 2)



Réglages de l'oscilloscope

- Sensibilité: $a = 200 \text{ mV} \cdot \text{div}^{-1}$.

- Durée de balayage: $b = 500 \mu\text{s} \cdot \text{div}^{-1}$.

On repère la valeur de q et obtenir la valeur de f sous forme normalisée ($f = f_m \pm \Delta f$)

Document 2 : incertitudes de type A

Si on a un ensemble statistique de résultats de mesurage d'un même mesurande

$$m = \bar{m} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n m_k$$

Résultat = moyenne

$$s_{\text{exp}} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (m_k - \bar{m})^2}$$

Ecart type ($S_{\text{exp}} = \sigma$)

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} s_{\text{exp}}}$$

Incertitude type S
et incertitude élargie : $\Delta m = 2 S$ pour k = 2

Document 3 : courbe de tendance

Voir tutoriel [courbe-tendance.pptx]

