

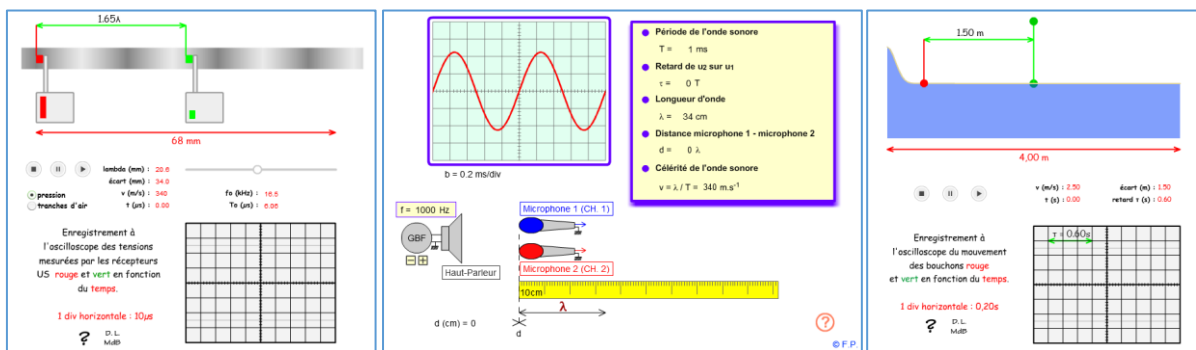
ULTRASONS - Mesures et incertitudes

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

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

Calcul d'incertitude :

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

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

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 %)

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

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

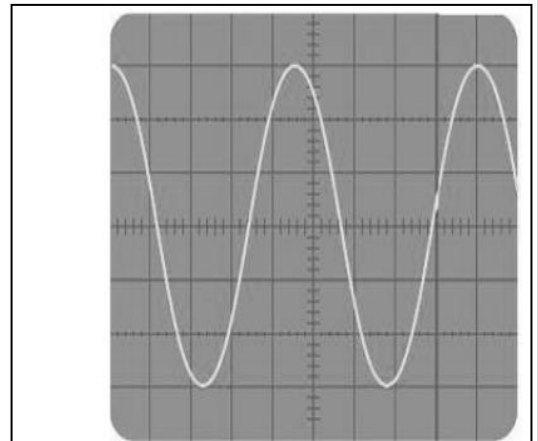
résultat : $T = 2,25 \cdot 10^{-3} \pm 0,06 \cdot 10^{-3} \text{ s}$ (k = 2)

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

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

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

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 mesure 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 [\[courbe-tendance.pptx\]](#)

