

TP n° 12: Propagation des ondes

Matériel :

- | | | |
|--------------------------|--|------------------|
| • 1 GBF. | • 1 alimentation stabilisée pour émetteur à ultrasons. | • 1 Oscilloscope |
| • 1 émetteur à ultrasons | • 2 récepteurs à ultrasons | • 1 rail support |

I. Expérience n°1 : Emetteur en mode « salves courtes » (Ondes progressives)

Dans un premier temps, on souhaite mesurer la célérité des ultrasons dans l'air en mesurant un retard τ dû à la propagation d'ultrasons entre deux récepteurs séparés d'une distance d .

- ★ Poser l'émetteur à ultrasons son rail support et alimenter le avec une alimentation continue +15V. (Attention à ne pas mettre -15V pour ne pas griller l'émetteur).
- ★ Sélectionner le mode d'émission salves courte (les deux interrupteurs de l'émetteur en position haute).
- ★ Placer les deux récepteurs à ultrasons sur le rail support distant d'environ 20 cm et les brancher sur les voies 1 et 2 de l'oscilloscope.
- ★ Visualiser à l'oscilloscope, les signaux reçus par les récepteurs.
- ★ Faire varier la distance entre les deux récepteurs et observer.

1) Comment se traduit à l'oscilloscope une variation de distance entre les deux récepteurs ?

★ A l'aide des curseurs de l'oscilloscope mesurer le retard τ entre les réceptions d'une salves par les deux récepteurs, estimer avec les curseurs l'incertitude associée $\Delta\tau$.

$$\tau = \quad \pm$$

★ Mesurer alors la distance d entre les deux récepteurs grâce au rail support. Estimer l'incertitude Δd sur cette distance.

$$d = \quad \pm$$

2) Calculer la valeur de la célérité du son dans l'air par cette méthode c_{son} et son incertitude Δc_{son} .

On rappelle la formule de propagation des incertitudes dans le cas d'un quotient ou un produit :

$$\frac{\Delta c_{son}}{c_{son}} = \sqrt{\left(\frac{\Delta d}{d}\right)^2 + \left(\frac{\Delta \tau}{\tau}\right)^2}.$$

$$c_{son} = \quad \pm$$

3) Proposer une modification de la méthode expérimentale pour diminuer l'incertitude.

II. Expérience n°2 : Emetteur en mode « continu » (Ondes progressives harmoniques)

Dans cette expérience, on détermine la célérité du son dans l'air en mesurant la période temporelle T et la longueur d'onde λ des ondes progressives harmoniques émis par l'émetteur à ultrasons.

1. Période temporelle

- ★ Poser l'émetteur à ultrasons son rail support et l'alimenter avec une alimentation continue +15V. (Attention à ne pas mettre -15V pour ne pas griller l'émetteur).
- ★ Sélectionner le mode **d'émission continue**. (les deux interrupteurs de l'émetteur en position basse).
- ★ Placer un récepteur à ultrasons sur la rail support à une distance d'environ 20 cm et le brancher sur la voie 1 de l'oscilloscope. Visualiser sur l'oscilloscope, le signal reçu par le récepteur.
- ★ Régler la fréquence de l'émetteur en tournant le potentiomètre pour maximiser l'amplitude du signal reçu. (L'émetteur à ultrasons est un filtre linéaire, son gain est maximum pour une certaine fréquence f_0).
- ★ Mesurer avec les curseurs une dizaine de période temporelle et estimer l'incertitude associée.

4) En déduire la valeur de la période temporelle des ultrasons T et son incertitude ΔT .

$$T = \quad \pm$$

2. Longueur d'onde

- ★ Ajouter un deuxième récepteur à ultrasons sur le rail support à exactement la même distance de l'émetteur que le premier. Le brancher sur la voie 2 de l'oscilloscope.

5) Comment s'assurer que les deux récepteurs sont bien à la même distance de l'émetteur ?

- ★ Avancer progressivement un des deux récepteurs en comptant 10 coïncidences entre les signaux reçus par les deux récepteurs à l'oscilloscope. Mesurer la distance entre les récepteurs.

6) En déduire la valeur de la longueur d'onde λ et son incertitude $\Delta\lambda$.

$$\lambda = \quad \pm$$

7) Calculer la valeur de la célérité du son dans l'air par cette méthode c_{son} et son incertitude Δc_{son} . (Adapter la formule de propagation des incertitudes de l'expérience 1)

$$c_{son} = \quad \pm$$

III. Conclusion

8) Conclure sur la cohérence entre les résultats des deux expériences. Quelle méthode est la plus précise ? Pourquoi ? (On pourra calculer le Z-score associé à chaque expérience en considérant $c_{son} \approx 340 \text{ m. s}^{-1}$)