

## 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  $\tau$  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  $\tau$  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  $\Delta d$  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  $\Delta c_{son}$ .

**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  $\lambda$  des ondes progressives harmoniques émis par l'émetteur à ultrasons.

### 1. Période temporelle

★ Poser l'émetteur à ultrasons sur le 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 le 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  $\Delta T$ .

$$T = \quad \pm$$

### 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  $\lambda$  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  $\Delta c_{son}$ .  
(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  $c_{son} \approx 340 \text{ m.s}^{-1}$ )