



## Mesure de la vitesse d'une onde ultrasonore

**TP  $\varphi$  1**
**Capacités exigibles**
**Mesurer** la célérité d'un phénomène ondulatoire.

### I Présentation

Les ondes périodiques sinusoïdales sont caractérisées par leur période, leur fréquence et leur longueur d'onde. La détermination de ces caractéristiques permet d'évaluer la vitesse de propagation de l'onde. Les ultrasons sont des sons inaudibles dont la fréquence est supérieure à 20 kHz. Le but du TP est de savoir si la vitesse de propagation des ultrasons est sensiblement différente de celle des sons.

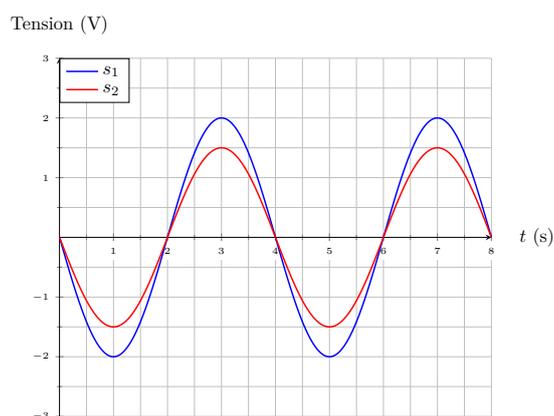
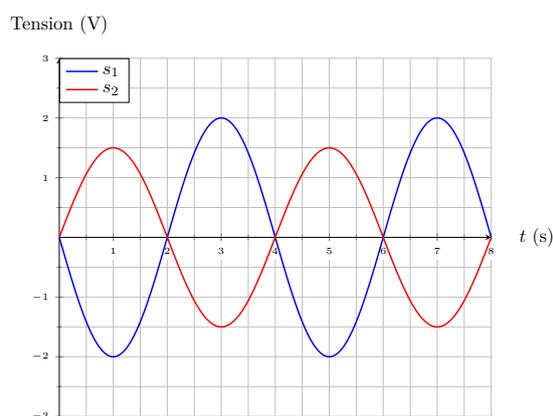
Pour rappel, la célérité des sons dans l'air est  $v = 343,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  à  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ .<sup>1</sup>

### II Mesure de la célérité à l'aide d'un oscilloscope

#### Document 1 : Matériel à disposition

- GBF ;
- Oscilloscope numérique ;
- 2 adaptateurs BNC/banane branchés sur l'oscilloscope ;
- 1 té BNC/BNC branché sur le GBF ;
- Câbles électriques fiches bananes ;
- Câbles coaxiaux ;
- 1 émetteur + 1 récepteur à ultrasons sur leur pied ;
- 1 banc optique.

#### Document 2 : Signaux en phase ou en opposition de phase


**Figure 1 – En phase**

**Figure 2 – En opposition de phase**

#### 1. Mesures de la période et de la fréquence :

On dispose d'un émetteur et d'un récepteur ultrasonores. On précise que les émetteurs et récepteurs à ultrasons fonctionnent à une fréquence de résonance proche de 40 kHz, et qu'il est utile de la régler précisément avant de faire les mesures. C'est pourquoi, vous commencerez par chercher la fréquence pour laquelle le récepteur reçoit un signal d'amplitude maximale. La fréquence ainsi réglée sera lue sur l'écran du GBF.

1. En théorie, la célérité du son dépend de la température. L'expression  $c_{\text{son}} = 331,6 + 0,6 \times T$  (où  $c_{\text{son}}$  est en m/s et  $T$  est la température en  $^\circ\text{C}$  comprise entre  $-20 \text{ }^\circ\text{C}$  et  $+40 \text{ }^\circ\text{C}$ ) fournit une valeur de référence.

Placer initialement le récepteur à 27.0 cm de l'émetteur.

- À l'aide de l'oscilloscope correctement réglé, mesurer les amplitudes des deux tensions et commenter.
- Mesurer la période  $T$  des deux signaux le plus précisément possible.
- L'incertitude sur la mesure est-elle de type A ou B? Estimer l'incertitude type  $u(T)$  de votre mesure et donner sous forme d'encadrement la valeur de  $T$ .
- Calculer la valeur de la fréquence des signaux reçus par les deux récepteurs (donner la réponse sous forme d'un encadrement).
- La fréquence calculée est-elle en accord avec la valeur affichée par le GBF alimentant l'émetteur?

## 2. Longueur d'onde et célérité :

- Proposer un protocole et le mettre en œuvre afin de déterminer avec le maximum de précision la longueur d'onde  $\lambda$  du signal ultrasonore.
- Estimer l'incertitude type  $u(\lambda)$  de votre mesure et donner sous forme d'encadrement la valeur de  $\lambda$ .
- Déterminer la vitesse  $v$  de propagation des ultrasons dans les conditions de l'expérience.
- L'incertitude type sur la vitesse des ultrasons se calcule grâce à la relation :

$$\frac{u(v)}{v} = \sqrt{\left(\frac{u(T)}{T}\right)^2 + \left(\frac{u(\lambda)}{\lambda}\right)^2}$$

Calculer  $u(v)$  et proposer un encadrement pour la célérité  $v$ .

## 3. Mise en commun des résultats expérimentaux des différents groupes de la classe.

Compléter le tableau ci-dessous en notant les résultats obtenus par tous les groupes de la classe :

Groupe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Célérité mesurée (en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ )												

- À quel type d'incertitude correspond l'analyse de ces résultats mis en commun?
- En utilisant les fonctionnalités de votre calculatrice, calculer la valeur moyenne des  $N$  mesures ainsi que l'écart type noté  $\sigma$ .
- Estimer l'incertitude type  $u(v)$  sur cette série de mesure et proposer un encadrement pour la valeur de la vitesse  $v$ .

## 4. Conclusion :

À partir des questions précédentes, répondre à la problématique posée initialement : la vitesse de propagation des ultrasons est-elle sensiblement différente de celle des sons?