

Propagation d'un signal

TP 1 : Détermination de la vitesse du son

Les points du programme :

- Mesurer une longueur d'onde acoustique à l'aide d'un support gradué et d'un oscilloscope bicourbe.
- Mesurer la célérité, la longueur d'onde et le déphasage dû à la propagation d'un phénomène ondulatoire.

Problématique :

On souhaite déterminer quel modèle entre celui proposé par Newton et celui proposé par Laplace est le plus pertinent pour calculer la célérité d'une onde acoustique dans l'air.

Definition : Propagation d'une onde acoustique dans l'air

On se propose ici d'étudier deux modèles décrivant la célérité d'une onde acoustique dans l'air :

— Le modèle de Newton :

$$c_s = \sqrt{\frac{RT}{M}}$$

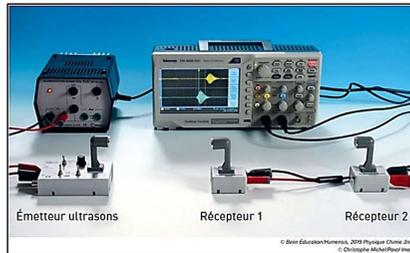
avec $\gamma = 1,4$, $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$, $M = 29,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ et T la température de la pièce en K.

— Le modèle de Laplace :

$$c_s = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$

1. Vitesse de propagation par mesure directe

- Réaliser le dispositif expérimental donné ci-contre. Mettre l'émetteur en mode salve (courtes). Régler l'oscilloscope de façon à visualiser les signaux reçus par les récepteurs 1 et 2.
- Expliquer le retard du signal reçu par le récepteur 2 par rapport à celui reçu par le récepteur 1. Mesurer ce retard τ .
- Mesurer la distance d séparant les deux récepteurs.
- Déterminer à partir de votre expérience la célérité des ultrasons dans l'air.
- Estimer l'incertitude sur le retard. Exprimer le retard sous la forme $\tau = \tau_{exp} \pm u(\tau)$.
- Estimer l'incertitude sur la distance d . Exprimer alors cette dernière sous la forme $d = d_{exp} \pm u(d)$.



L'incertitude sur le résultat d'un calcul dépend de l'incertitude sur les données utilisées. On peut montrer que si $a = b \cdot c$ ou $a = b/c$, alors

$$\frac{u(a)}{a} = \sqrt{\left(\frac{u(b)}{b}\right)^2 + \left(\frac{u(c)}{c}\right)^2}$$

- Calculer l'incertitude associée à la célérité des ultrasons. Exprimer la célérité sous la forme $v_{US} = v_{calculée} \pm u(v)$.

2. Vitesse de propagation par mesures multiples

Afin d'augmenter la précision du résultat, nous allons effectuer plusieurs mesures pour des distances entre les récepteurs variables. Puisque $d = v \times \tau$, nous pourrions modéliser les résultats avec Python avec un modèle linéaire : $d = f(\tau)$. Le coefficient directeur de la droite obtenue correspondant à la valeur de la vitesse du son dans l'air.

- Compléter le tableau suivant pour différentes valeurs de d .

d (en)					
τ (en)					

- Télécharger puis compléter le script python associé à ce TP (\rightarrow cahier de prépa).
- En déduire la vitesse du son dans l'air et l'exprimer avec son incertitude associée.

3. Vitesse de propagation par mesure de longueur d'onde

- Placer le récepteur 1 en face de l'émetteur et basculer l'émetteur en fonctionnement **continu**.
- Déterminer la période puis la fréquence des ondes ultra-sonores. Commenter.
- Placer le récepteur 2 côté-à-côté avec le récepteur 1 et visualiser les deux signaux.
- Reculer le récepteur 2 tout en observant l'écran de l'oscilloscope.
- Proposer un protocole permettant de déterminer *avec précision* la longueur d'onde de l'onde ultrasonore.
- Après validation de l'enseignant, mettre en œuvre ce protocole.
- Déduire de vos mesures la célérité des ondes ultrasonores. L'exprimer avec son incertitude.

4. Réponse à la problématique.

- Utiliser l'ensemble de vos résultats pour répondre à la problématique.