

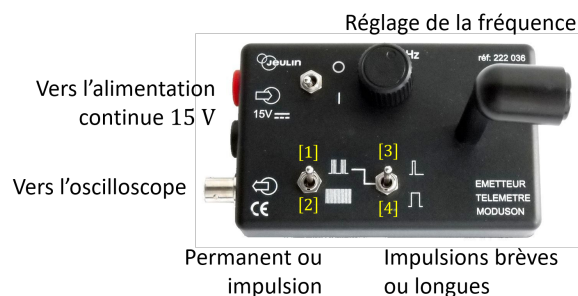
TP – Ondes ultrasonores

NOM :

Dans ce TP, nous allons mesurer la célérité des ondes sonores dans l'air, étudier la fonction de transfert de l'émetteur d'ultrasons et observer les interférences d'ondes ultrasonores.

Vous disposez de 3 boîtiers.

- Un émetteur télémètre (gros boîtier) qui doit être alimenté par une alimentation continue 15 V. L'émetteur d'ultrasons est alimenté par une tension crête à crête « permanente » [2] ou « en impulsion » [1]. Pour ce dernier cas, les impulsions peuvent être brèves [3] ou longues [4]. La fréquence du signal crête à crête est réglable avec le bouton-molette.



- Un émetteur simple (petit boîtier) qui doit être alimenté par un GBF.
- Un récepteur (petit boîtier).

I) Mesure de la célérité des ondes sonores

1) Célérité théorique

On admet qu'une expression approchée de la célérité des ondes sonores dans l'air est donnée par :

$$c = 331,5 + 0,61 \times T \quad \text{avec : } c \text{ en m} \cdot \text{s}^{-1} \text{ et } T \text{ la température en } ^\circ\text{C}$$

- ⚙ Mesurer la température. En déduire la valeur de la célérité des ondes sonores dans l'air avec son incertitude-type associée.

2) Première méthode

- ⚙ Prendre l'émetteur télémètre. Le brancher à l'alimentation continue 15 V. Le régler en mode impulsions brèves. Connecter la sortie BNC à la voie CH1 de l'oscilloscope pour observer le signal. Positionner le récepteur d'ultrasons en face de l'émetteur. Le connecter à la voie CH2 de l'oscilloscope pour observer le signal. Recopier ci-dessous l'allure des signaux observés.

Comme vous pouvez le constater, l'allure du signal reçu est très différente de la tension d'alimentation de l'émetteur. Nous interpréterons cette différence plus tard (⚡).

Pour chaque signal, repérer un point remarquable que vous pouvez suivre lorsque le récepteur est déplacé. Par exemple : le début du crête à crête de CH1 et le maximum de l'enveloppe de CH2. On note Δt la différence de temps entre ces deux points.

Sur chaque boîtier, repérer un point remarquable que vous pouvez suivre lorsque le récepteur est déplacé. Par exemple : l'extrémité de la tête de chaque boîtier. On note Δx la distance entre ces deux points.

- ⚙ Partir d'une situation où Δx est faible. Augmenter progressivement Δx tout en mesurant régulièrement Δx et le Δt correspondant. En déduire la valeur de c à l'aide d'une régression linéaire. Comparer à la valeur théorique.

Δx (cm)							
Δt (μ s)							

Δx (cm)							
Δt (μ s)							

3) Seconde méthode

- Prendre l'émetteur simple. Le brancher au GBF et l'alimenter avec un signal sinusoïdal d'amplitude 10 V et de fréquence 41,5 kHz. Connecter également le GBF à la voie CH1 de l'oscilloscope pour observer le signal. Positionner le récepteur d'ultrasons en face de l'émetteur. Le connecter à la voie CH2 de l'oscilloscope pour observer le signal.
- Partir d'une situation où les deux ondes sont en phase. L'émetteur étant fixé, reculer le récepteur et compter le nombre N de fois où les ondes se sont retrouvées en phase. Mesurer le Δx correspondant. En déduire la longueur d'onde λ , puis la célérité c avec son incertitude-type associée. Comparer à la valeur théorique.

II) Fonction de transfert de l'émetteur

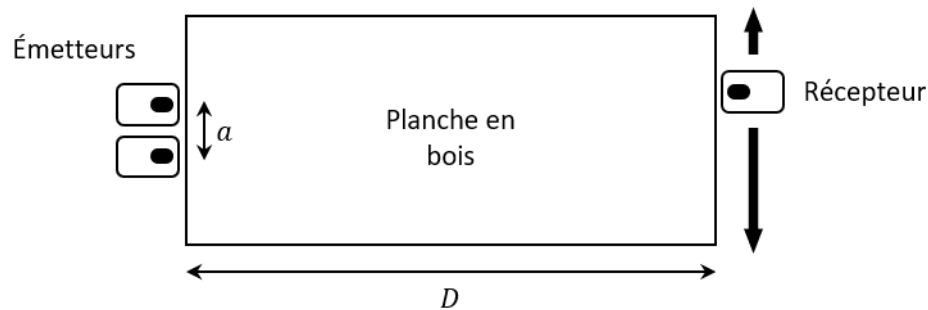
- Prendre l'émetteur simple. Le brancher au GBF et l'alimenter avec un signal sinusoïdal d'amplitude 10 V et de fréquence f variable. Connecter également le GBF à la voie CH1 de l'oscilloscope pour observer le signal. Positionner le récepteur d'ultrasons en face de l'émetteur, au plus près de ce dernier. Le connecter à la voie CH2 de l'oscilloscope pour observer le signal.
- Mesurer les valeurs efficaces des signaux des voies CH1 et CH2. Tracer la courbe $H = \frac{U_2}{U_1}$ en fonction de la fréquence f . Commenter.

- Expliquer qualitativement l'allure du signal observé dans la première partie (⚡).

III) Interférences à deux ondes

L'objectif de cette partie est de reproduire l'expérience des trous d'Young avec les ondes ultrasonores. Nous n'allons pas réellement utiliser une source unique et deux trous, mais directement deux sources identiques, représentant les deux trous d'Young.

- ⚙️ Prendre deux émetteurs simples. Les brancher au GBF et les alimenter avec le même signal sinusoïdal d'amplitude 10 V et de fréquence 41,5 kHz. Connecter également le GBF à la voie CH1 de l'oscilloscope pour observer le signal. Mettre les deux émetteurs côte à côte. Les positionner d'un côté de la planche en bois et positionner le récepteur de l'autre côté afin de garantir un bon parallélisme entre les émetteurs et le récepteur.



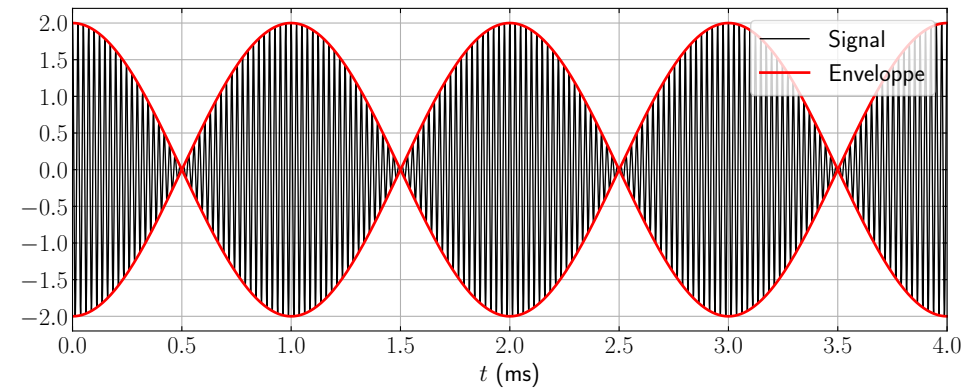
- ⚙️ Observer les minima et maxima d'amplitude lorsqu'on déplace le récepteur. Déterminer la valeur de l'interfrange i . La comparer à la valeur théorique : $i = \frac{\lambda D}{a}$.

IV) Phénomène de battements

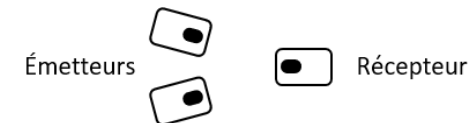
Considérons la superposition de deux ondes de même amplitude et de fréquence respective f et $f + \delta f$, avec $\delta f \ll f$. Alors, en utilisant les formules trigonométriques, il vient :

$$s_{tot}(t) = s_1(t) + s_2(t) = S_0 \cos(\omega t) + S_0 \cos((\omega + \delta\omega) t) = \underbrace{2S_0 \cos\left(\frac{\delta\omega t}{2}\right)}_{\text{enveloppe}} \cos(\omega t)$$

Le terme $\cos(\omega t)$ est une fonction sinusoïdale qui oscille rapidement, à la fréquence f . Le terme situé devant joue ainsi le rôle d'enveloppe : il s'agit d'une amplitude variant lentement dans le temps, de manière sinusoïdale.



- ⚙️ Connecter deux émetteurs simples aux bornes CH1 de deux GBF (emprunter le GBF d'une paillasse voisine). Envoyer deux signaux d'amplitude 10 V et de fréquence respective 40 kHz et 41 kHz. Connecter un récepteur à l'oscilloscope et observer le phénomène de battements.



- ⚙️ Mettre votre oreille à la place du récepteur. Entendez-vous un son ? Quelle est sa fréquence ?
