

---

# [S] TP n°2 – Ondes ultrasonores

---

Dans ce TP, nous allons : mesurer la célérité des ondes sonores dans l'air, étudier la fonction de transfert de l'émetteur d'ultrasons, observer des 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'ultrason est alimentée par une tension crête à crête « permanente » ou « en impulsion ». Pour ce dernier cas, les impulsions peuvent être brèves ou longues. 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 :

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

- ⚙️ Déterminer la célérité théorique.

### 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 sur la voie CH1 de l'oscilloscope pour observer le signal.
- ⚙️ Positionner le récepteur à ultrason en face de l'émetteur. Le connecter à la voie CH2 de l'oscilloscope pour observer le signal.

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

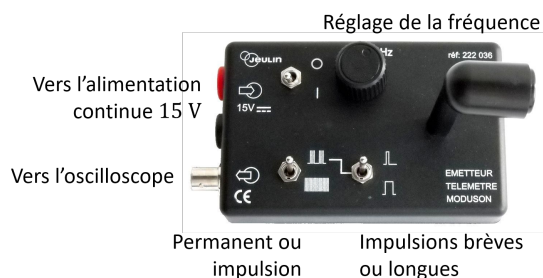
Pour chaque signal, repérer un point remarquable que vous pouvez suivre lorsque le récepteur est déplacé. Par exemple : le début du crête à crête de CH1 et le maximum de l'enveloppe de CH2. On note  $\Delta t$  la différence de temps entre ces deux points.

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  $\Delta x$  la distance entre ces deux points.

- ⚙️ Partir d'une situation où  $\Delta x$  est faible. Augmenter progressivement  $\Delta x$  tout en mesurant régulièrement  $\Delta x$  et le  $\Delta t$  correspondant. En déduire la valeur de  $c$  à l'aide d'une régression linéaire. Comparer à la valeur théorique.

### 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 sur la voie CH1 de l'oscilloscope pour observer le signal.
- ⚙️ Positionner le récepteur à ultrason 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  $\Delta x$  correspondant. En déduire la longueur d'onde  $\lambda$ , puis la célérité  $c$ . Comparer à la valeur théorique.



## II) Fonction de transfert de l'émetteur

---

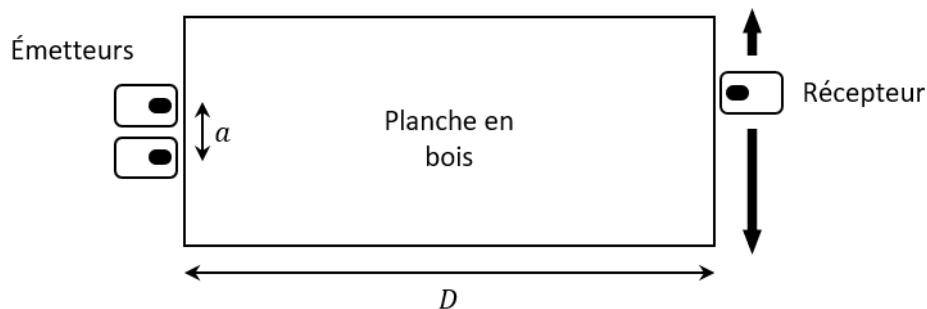
- ⚙️ Prendre l'émetteur simple. Le brancher au GBF et l'alimenter avec un signal sinusoïdal d'amplitude 10 V et de fréquence  $f$  variable. Connecter également le GBF sur la voie CH1 de l'oscilloscope pour observer le signal.
- ⚙️ Positionner le récepteur à ultrason en face de l'émetteur, coller à ce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

$$i = \frac{\lambda D}{a}$$

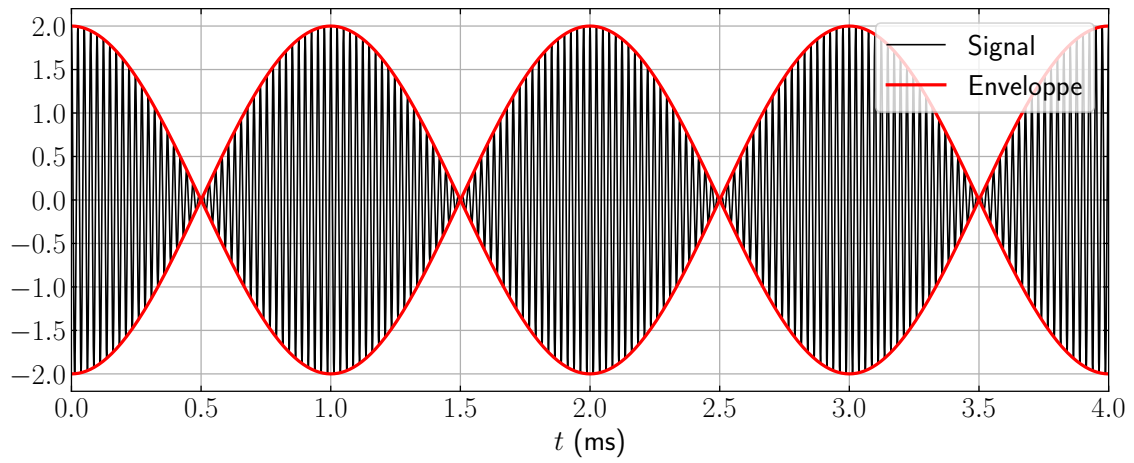
## IV) Phénomène de battements

---

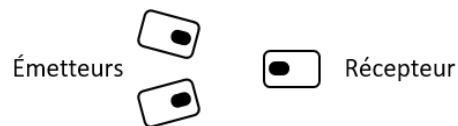
Considérons la superposition de deux ondes de même amplitude et de fréquence respective  $f$  et  $f + \delta f$ , avec  $\delta f \ll f$ . Alors, en utilisant les formules trigonométriques, il vient :

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

Le terme  $\cos(\omega t)$  est une fonction sinusoïdale qui oscillent 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 le battements.



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