

## I. Préliminaires

### 1.1. Objectif du TP

Le but du TP est de déterminer la vitesse de propagation des ondes sonores dans l'air par plusieurs méthodes. On donne l'expression linéarisée de la célérité du son dans l'air en fonction de  $\theta$  la température en °C :  $c_{air} = (331,5 + 0,6 \cdot \theta)$  (en m/s) précise à 0,2% près entre -20°C et 40°C.

La vibration des cordes vocale, ou celle de la membrane d'un haut-parleur, engendre des ondes sonores qui se propagent ensuite par compression du milieu ambiant.

L'oreille humaine perçoit les sons dont les fréquences sont comprises entre 20Hz et 20 kHz environ.

Les ultrasons sont des ondes sonores inaudibles pour l'oreille humaine. La fréquence des ultrasons est supérieure à 20 kHz. Nous utiliserons ici des fréquences voisines de 40 kHz.

Un émetteur E d'ultrasons émet une onde ultrasonore qui reproduit fidèlement la tension électrique appliquée à ses bornes. L'émetteur à ultrasons peut émettre dix salves d'ultrasons ou des ondes périodiques.

Un récepteur ultrasonore R transforme l'onde ultrasonore, à l'endroit où il est situé, en une tension électrique qui reproduit fidèlement l'onde ultrasonore via un amplificateur.

### 1.2. Matériel

- Un GFB, un oscilloscope, des câbles coaxiaux, prise en T coaxiale
- Deux récepteurs à ultrasons, qui servent aussi d'émetteurs s'ils sont alimentés.
- Un générateur d'ultrasons à 40 kHz alimenté en +/- 15V.
- Un banc de guidage (règle graduée)
- Un ordinateur

## II. Propagation de signaux sonores sinusoïdaux

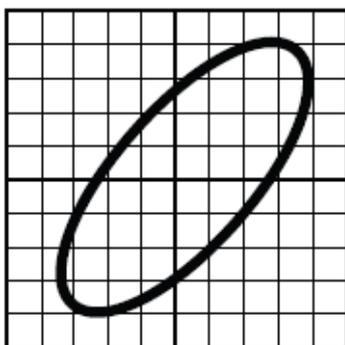
### II.1. Méthode de Lissajous

Cette méthode permet de repérer rapidement et avec précision un déphasage nul ou de  $\pi$  entre deux signaux.

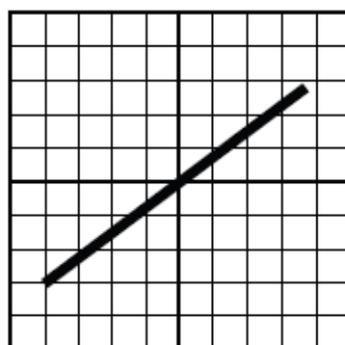
On s'intéresse à deux tensions sinusoïdales :

$$u_1(t) = U_1 \cos(\omega t) \text{ et } u_2(t) = U_2 \cos(\omega t + \varphi)$$

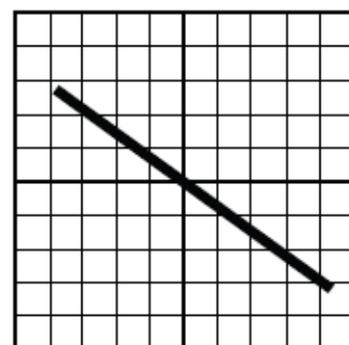
Si on observe simultanément ces tensions à l'oscilloscope en mode XY (c'est-à-dire  $u_2(t)$  en ordonnée et  $u_1(t)$  en abscisse), on obtient une ellipse, sauf pour  $\varphi = 0$ , où l'on observe une droite de pente positive et pour  $\varphi = \pi$  où l'on observe une droite de pente négative.



$\varphi$  quelconque



$\varphi = 0$



$\varphi = \pi$

## II.2. Mesure de la célérité de l'onde sonore.

Mise en place du dispositif expérimental : On n'utilise pas ici le générateur d'ultrasons à 40kHz.

- Placer l'émetteur E et le récepteur R le long du banc l'un en face de l'autre quasiment au contact pour commencer.
- Relier l'émetteur E au GBF et à l'oscilloscope.
- Relier le récepteur R à la deuxième voie de l'oscilloscope.
- Régler la synchronisation de l'oscilloscope sur l'émetteur E.

- Paramétrer le GBF pour qu'il délivre un signal périodique de fréquence 40kHz
- L'émetteur E étant fixe sur le banc, déplacer le récepteur R le long du banc de façon à observer N coïncidences successives des sinusoïdes sur l'écran de l'oscilloscope (donc quand le déphasage est nul entre les deux signaux). Mesurer la distance L entre l'émetteur E et le récepteur R.
- Faire un relevé pour plusieurs valeurs de N.

→ En déduire la longueur d'onde  $\lambda$ , en traçant une courbe sous regressi.

Calculer la célérité c de l'onde sonore.

- Recommencer l'expérience avec les fréquences de 42kHz et de 38kHz (Le récepteur étant très sélectif, les amplitudes mesurées par R chutent rapidement lorsqu'on s'éloigne de 40kHz).

Recopier et compléter le tableau ci-dessous sur votre copie.

N	5	10	15	20	25
L(40 kHz)					
L(42 kHz)					
L(38 kHz)					

En déduire les grandeurs suivantes, en fonction de la fréquence :

Fréquence	40 kHz	42 kHz	38 kHz
Longueur d'onde			
Célérité			

Que pouvez-vous conclure ?

## III. Propagation d'impulsions

### III.1. Détection d'une seule impulsion.

On utilise le générateur d'ultrasons à 40 kHz alimenté en +/- 15V en mode "sinusoïdal pulse".

- Placer l'émetteur E et le récepteur R sur le banc l'un en face de l'autre, très proche.
- Eloigner E et R d'une distance L.

Mesurer la distance L.

Mesurer l'écart temporel entre les deux courbes  $\Delta t$ .

- Faire un relevé pour plusieurs valeurs de L.

L(cm)	5	10	15	20	25	30
$\Delta t(\dots)$						

- En déduire la célérité c, en traçant une courbe sous regressi.

### III.2. Détection par deux récepteurs en parallèle.

- Placer à présent deux récepteurs  $R_1$  et  $R_2$  à égale distance de l'émetteur et visualiser les deux signaux reçus par les récepteurs à l'oscilloscope.

- Rectifier la position des récepteurs pour qu'ils reçoivent simultanément les impulsions.

- Déplacer l'un des récepteurs d'une distance L, en maintenant l'autre fixe.

Mesurer la distance L et le décalage temporel  $\Delta t$  entre les deux signaux pour plusieurs valeurs de L :

L( )					
$\Delta t(\dots)$					

Tracer une courbe. En déduire une valeur de la célérité c.

- Comparer les deux méthodes mises en œuvre pour mesurer c.