

# MP30 : Acoustique

Avril 2021

## Introduction

L'acoustique est un domaine de la physique qui s'intéresse au son. Le son est une onde mécanique qui se propage dans tous les milieux matériels. On s'intéressera dans ce montage uniquement à la propagation dans l'air et on prendra comme vitesse :  $c_{son}^{air} = 20.05\sqrt{T}$

Dans ce montage on va étudier les quelques caractères ondulatoires du son avant d'étudier un système permettant de produire une telle onde qu'est la guitare.

## 1 Caractère ondulatoire

### 1.1 Interférences

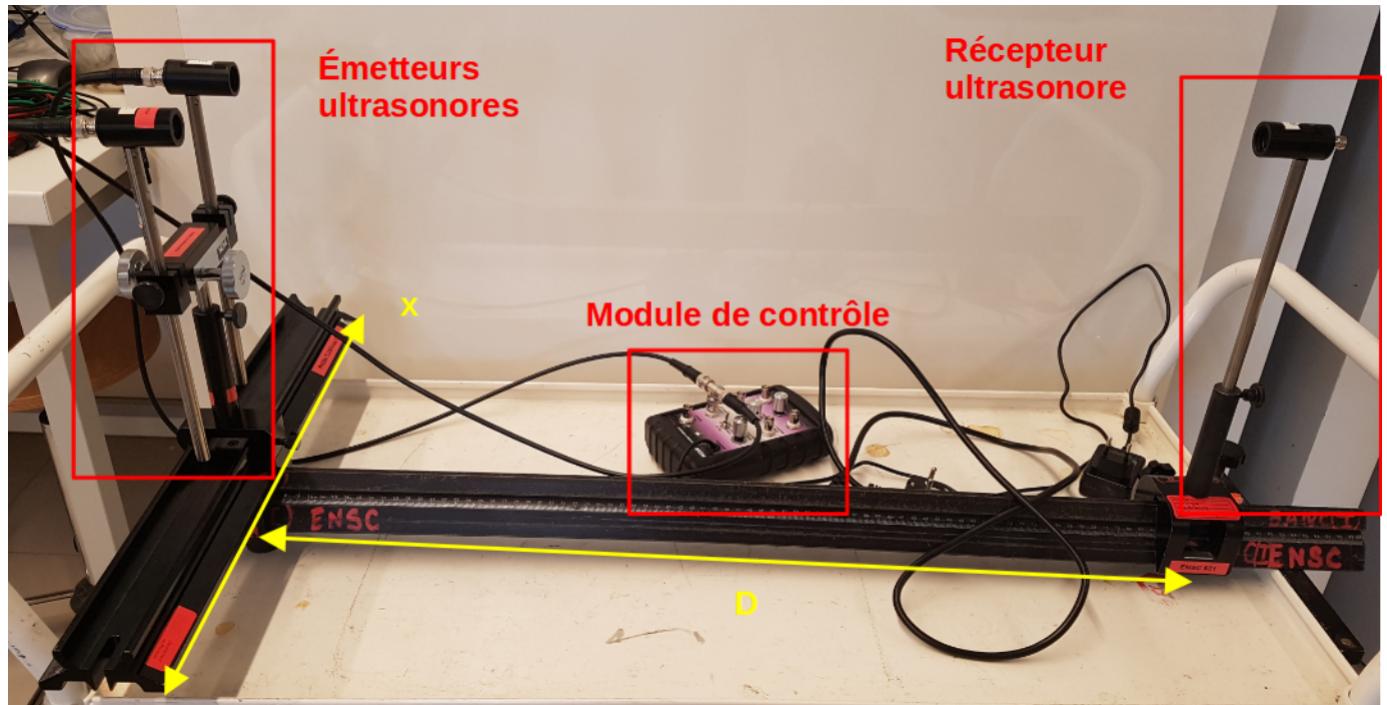


Figure 1: Interférences acoustique

On alimente les émetteurs avec le module de contrôle en choisissant la fréquence telle qu'ils émettent un maximum d'amplitude. On relie le récepteur à l'entrée de module de contrôle et

on branche la sortie à l'oscilloscope en appliquant un gain réglable. On visualise l'amplitude sur l'oscilloscope et en translatant les émetteurs selon x, on observe des interférences. On a pris  $f = 35.6\text{kHz}$ .

Exploitation : on cherche ici à vérifier la relation  $i = \lambda D$  où  $a$  est la distance entre émetteurs, réglable précisément à l'aide d'une vis. Pour différentes valeurs de  $a$  : on repère la position d'un maximum d'amplitude sur le banc, puis on translate les émetteurs selon  $x$  en comptant le nombre de maxima que l'on repère jusqu'au dernier dont on relève la position. On en déduit  $i$  en divisant l'écart par le nombre de maxima comptés.

L'incertitude majoritaire provient de l'estimation de la position des deux maxima à chaque fois. On obtient bien une droite ce qui confirme le modèle utilisé. On peut ajuster par une droite et comparer la valeur de la pente à la valeur théorique :  $(\lambda D)_{th} = 65.2\text{cm}^2$ . Remarques : Nos incertitudes peuvent être diminuées en zoomant sur le haut des sinusoïdes et en procédant très lentement. La formule théorique est obtenue en supposant  $a \ll D$  ce qui à priori n'est pas évident ici. Cependant on se rend compte que  $i$  est très peu dépendant de la position des émetteurs sur  $x$  ce qui valide néanmoins l'hypothèse.

## 1.2 Effet Doppler

Par reflexion

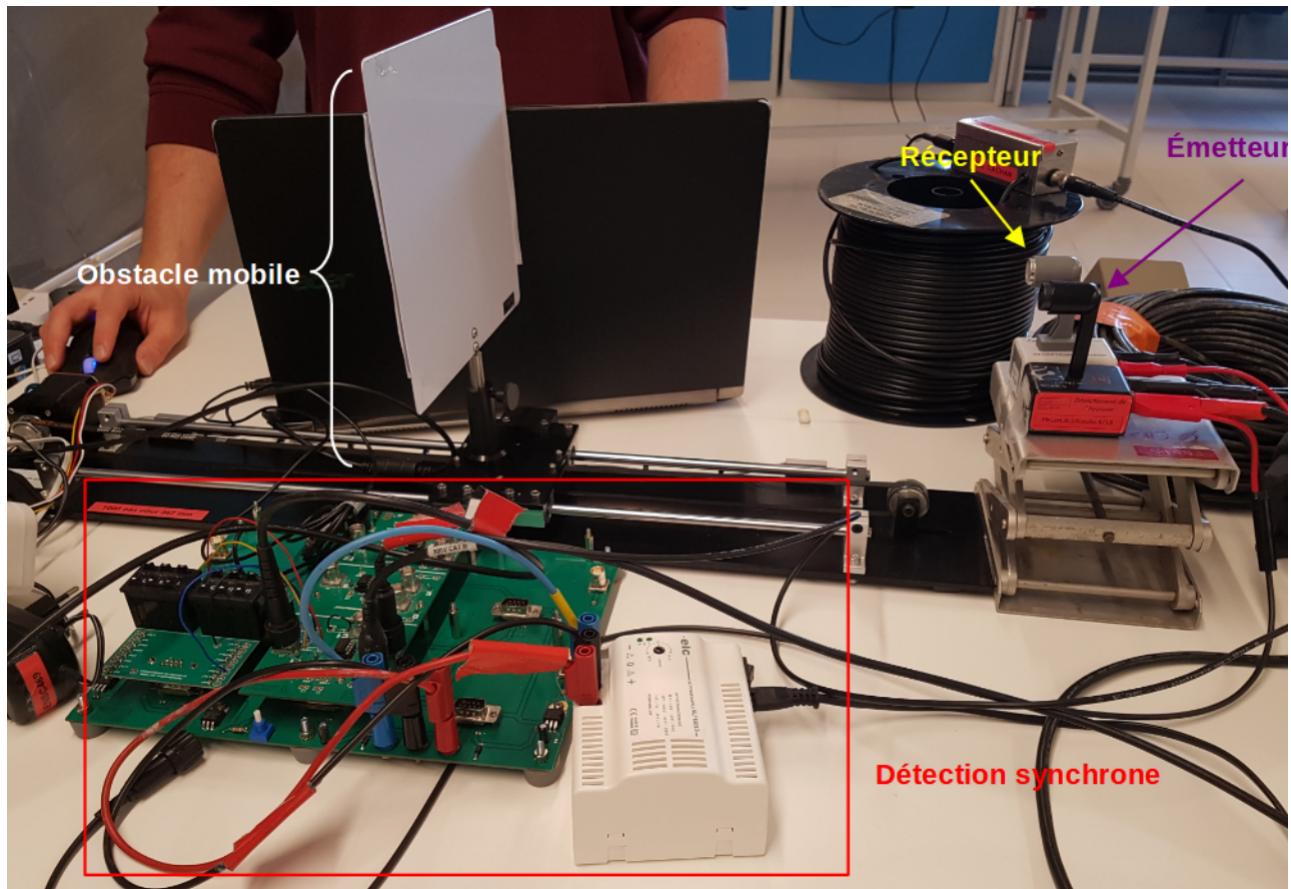


Figure 2: Effet Doppler

On alimente un émetteur canard ultrasonore avec un GBF réglé à une fréquence telle qu'on ait un maximum d'amplitude en sortie. On a pris  $f=40\text{kHz}$  On dispose d'un banc de translation

(moteur pas à pas contrôlé par ordinateur avec un module Arduino, voir notice du banc) sur lequel on a mis un écran qui sert d'obstacle. On dispose un canard récepteur ultrasonore à côté de l'émetteur. On relie le récepteur à un montage de détection synchrone puis on regarde la sortie à l'oscilloscope.

**Exploitation :** On cherche à vérifier la relation  $\Delta f = 2\frac{v}{c_{son}f}$

où  $\Delta f$  est le décalage en fréquence du signal reçu par rapport au signal émis et  $v$  la vitesse du chariot (connue précisément grâce au logiciel). On effectue une série de mesures de  $\Delta f$  en live puis une étude statistique des incertitudes. On vérifie finalement bien la loi théorique qui nous donne  $\Delta f_{th} = 14.05Hz$  avec  $v = 6.05cm.s^{-1}$ .

**Remarques :** - le facteur 2 dans la formule vient de la réflexion sur l'écran qui induit un décalage double de la fréquence.

- l'utilisation d'une détection synchrone vient du fait que  $\Delta f \ll f$ . Par conséquent il serait très dur de mesurer le décalage directement sur l'oscilloscope. Avec la détection, on mesure  $\Delta f$  en mesurant directement la période du signal en sortie. - pour connaître la valeur de la vitesse du chariot regarder la notice du banc...

## 2 Production d'ondes sonores

### 2.1 Cordes de guitare

On met une masse de 2kg au bout de la corde pour la tendre. Il y a une cale pour changer la longueur de la corde. On cherche à vérifier :  $f_0 = \frac{c}{2L}$  On trace la fréquence (que l'on relève à l'aide d'une FFT à l'oscilloscope). On peut comparer la pente à  $c_{th} = \frac{T}{\mu}$  avec  $T$  la tension de la corde et  $\mu$  qui est la masse linéique de la corde.

### 2.2 caisse de résonnance

On prend une bouteille de bière on met un micro dedans et un haut-parleur qu'on alimente avec un GBF et un ampli de puissance. On met un créneau de 1Hz.

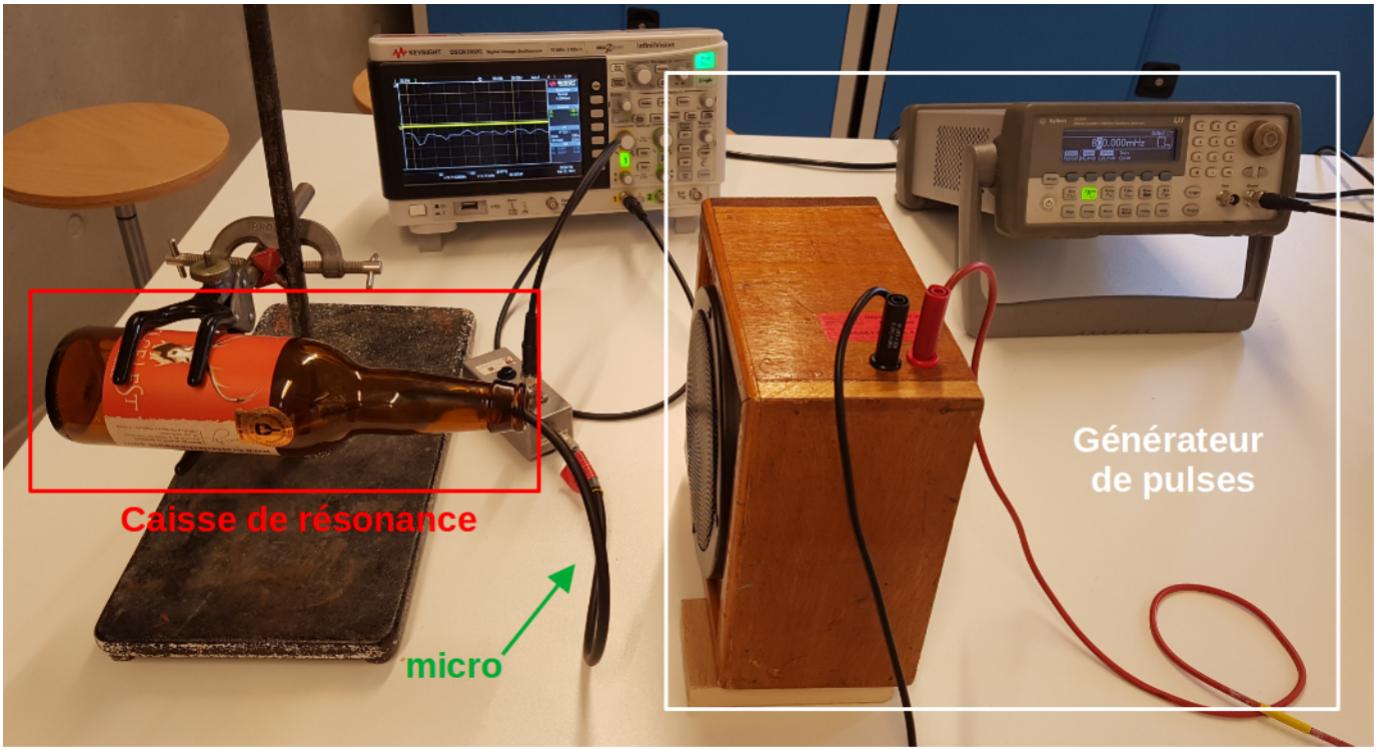


Figure 3: Caisse de résonnance

On alimente un haut-parleur à l'aide d'un GBF relié à un amplificateur. On génère des pulses espacés d'assez de temps (typiquement une seconde) et on vient visualiser la réponse de la caisse à l'aide d'un micro et d'un oscilloscope.

On cherche à caractériser la caisse de résonance en mesurant sa fréquence centrale, son facteur de qualité et sa largeur spectrale. Pour la fréquence centrale on effectue la TF de sa réponse temporelle et on mesure la fréquence moyenne du pic. Pour son facteur de qualité on relève ( $t_1, y_1$ ) et ( $t_2, y_2$ ) sur la figure temporelle et on utilise la formule  $Q = \frac{\omega_0}{2} \frac{\Delta t}{\ln(\frac{y_1}{y_2})}$