

Thème : Ondes et signaux
TP C 21 : Effet Doppler
(version professeur)

B.O. Exploiter l'expression du décalage Doppler en acoustique pour déterminer une vitesse.

Détermination de la vitesse d'un objet en mouvement par effet Doppler.

Expérience 1 : Illustration de l'effet Doppler.

Votre professeur fait tourner un buzzer accroché au bout d'une ficelle.
Les élèves sont autour de lui (pas trop près)

Observation et interprétation :

Les élèves qui voient le buzzer se rapprocher, entendent un son plus aigu que celui du buzzer au repos.

Les élèves qui voient le buzzer s'éloigner, entendent un son plus grave que celui du buzzer au repos.

Réponses :

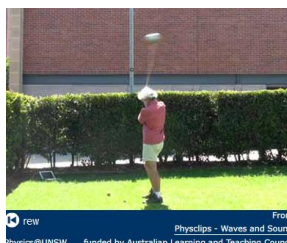
Par effet Doppler, la fréquence du son perçu par l'observateur est supérieure à la fréquence de l'émetteur au repos, lorsque l'émetteur se rapproche de l'observateur.

Par effet Doppler, la fréquence du son perçu par l'observateur est inférieure à la fréquence de l'émetteur au repos, lorsque l'émetteur s'éloigne de l'observateur.

Expérience 2 : Détermination de la vitesse d'un buzzer en rotation uniforme.

Documents

Vidéo : http://www.animations.physics.unsw.edu.au/labs/Doppler/doppler_lab.html



Le buzzer piézo-électrique utilisé émet un son de fréquence fixe environ égale à 3 290 Hz.

Le son est enregistré par le microphone de l'ordinateur portable est fixe et posé au sol en bas à gauche de l'écran.

Fichier son : Disponible sur le site http://www.animations.physics.unsw.edu.au/labs/Doppler/doppler_lab.html ou déjà installé sur les ordinateurs du laboratoire. « swinging doppler »

Logiciels : Regressi ; Audacity (téléchargeable sur le site <http://audacity.sourceforge.net/>)

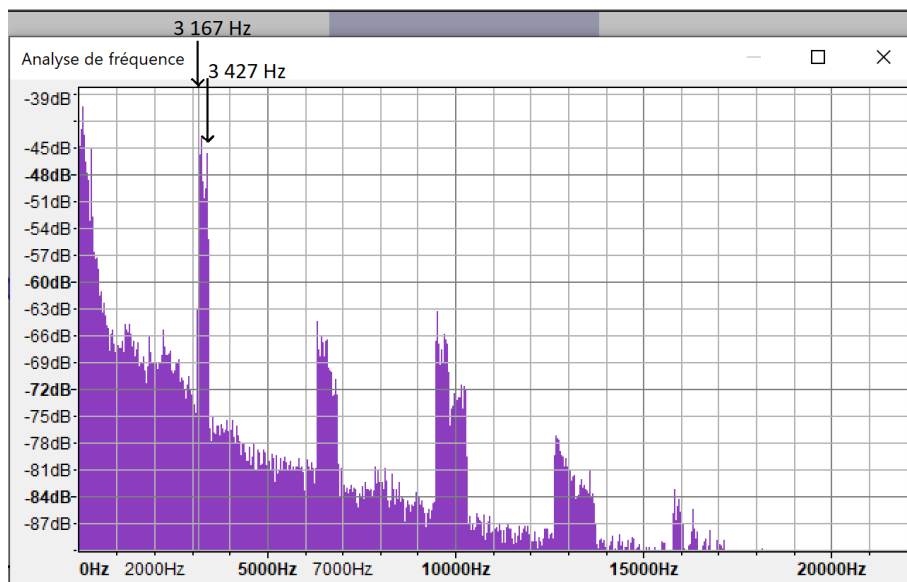
Protocole pour Audacity :

Mesure des fréquences :

Sélectionner « spectrogramme »

Un spectrogramme est un graphique représentant l'intensité de chaque fréquence au cours du temps

Faire apparaître le spectre (niveau d'intensité sonore (dB) en fonction de la fréquence (Hz) en cliquant sur l'onglet **Analyse**, puis sur **spectre**.



Déterminer les valeurs extrêmes des fréquences autour de la valeur de référence $f_{\text{ref}} = 3\,290\text{ Hz}$

$$f_{\text{max}} = 3\,427\text{ Hz} \quad f_{\text{min}} = 3\,167\text{ Hz}$$

Protocole pour Regressi :

Ouvrir – Nouveau – Son

Ouvrir le fichier « swinging doppler »

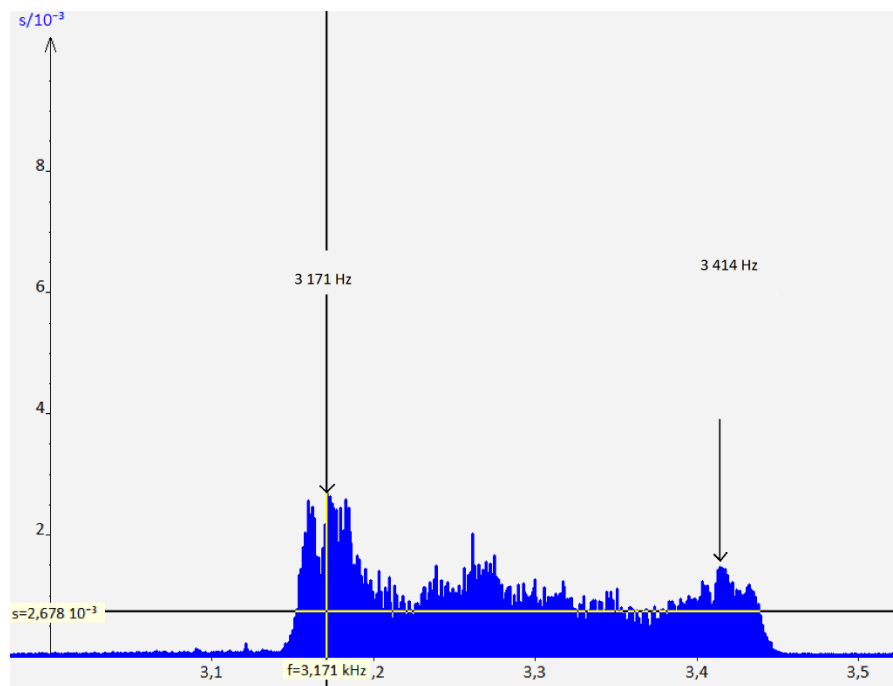
Cliquer sur la flèche « Jouer » pour écouter le son.

Traiter

Fourier (décompose une sinusoïde complexe en une somme de sinusoïde simple)

Modifier l'échelle des abscisses en cliquant droit sur l'axe des abscisses, puis utiliser « Echelle manuelle » (3 000 Hz – 4 000 Hz)

Utiliser l'outil curseur libre pour déterminer les fréquences extrêmes.



$$f_{\text{max}} = 3\,414\text{ Hz} \quad f_{\text{min}} = 3\,171\text{ Hz}$$

Exploitation

1. Déterminer la valeur minimale et maximale de fréquences autour de la valeur moyenne $f_{ref} = 3\,290$ Hz par les deux méthodes.

Audacity : $f_{max} = 3\,427$ Hz $f_{min} = 3\,167$ Hz

Regressi : $f_{max} = 3\,414$ Hz $f_{min} = 3\,171$ Hz

2. Déterminer la vitesse de déplacement du buzzer à partir de la relation suivante : $V = \frac{|f_m - f_{ref}|}{f_{ref}} \cdot v$

V est la vitesse de déplacement du buzzer par rapport au microphone fixe.

v est la vitesse du son dans l'air soit $v = 340$ m.s⁻¹.

f_{ref} est la fréquence mesurée quand le buzzer est immobile (pour la vidéo).

f_m est la fréquence mesurée quand le buzzer est en mouvement. Cette valeur peut varier entre une valeur maximale et une valeur minimale.

Calculer la vitesse moyenne à partir des deux valeurs extrêmes pour chaque méthode.

$$V = \frac{|f_m - f_{ref}|}{f_{ref}} \cdot v$$

Audacity

$$V = \frac{|3427 - 3290|}{3290} \cdot 340 = 14,16 \text{ m.s}^{-1}$$

$$V = \frac{|3167 - 3290|}{3290} \cdot 340 = 12,71 \text{ m.s}^{-1}$$

$$V_{\text{moy}} = 13,44 \text{ m.s}^{-1}$$

Regressi

$$V = \frac{|3414 - 3290|}{3290} \cdot 340 = 12,81 \text{ m.s}^{-1}$$

$$V = \frac{|3171 - 3290|}{3290} \cdot 340 = 12,30 \text{ m.s}^{-1}$$

$$V_{\text{moy}} = 12,55 \text{ m.s}^{-1}$$

3. A quelle situation correspond la valeur la plus élevée de la fréquence mesurée ? de même pour la valeur la plus faible.

La fréquence la plus élevée correspond au moment où le buzzer se rapproche du micro fixe.

La fréquence la plus faible correspond au moment où le buzzer s'éloigne du micro fixe.