

TP Détermination d'une vitesse par effet Doppler

Objectif du T.P :

Exploiter l'expression du décalage Doppler en acoustique pour déterminer la vitesse d'une voiture

A. Contexte du sujet :

On se propose de mesurer la vitesse d'une voiture à partir de l'enregistrement du son émis par son klaxon lorsqu'elle se déplace.

On supposera que la voiture se déplace à vitesse constante sur une route rectiligne.

B. Matériel et documents mis à disposition :

Nous disposons :

- du logiciel **Rgressi** qui permet de visualiser un signal sonore numérisé au format **.avi**, et d'en afficher le spectre en fréquence (les différentes fréquences composant le son).

- d'une notice

- du fichier « Son Doppler Voiture Kangoo ».

Document : L'effet Doppler-Fizeau

Le son est émis par un véhicule à la fréquence f_0 .

Il est perçu plus aigu à la **fréquence f_a** lorsqu'il s'**approche**.

Il semble plus grave à la **fréquence f_e** lorsqu'il s'**éloigne**.

On détermine ainsi la vitesse d'un mobile v émettant du son se propageant à la vitesse v_{son} .

La vitesse du véhicule est :

$$v = v_{son} \cdot \frac{f_a - f_e}{f_a + f_e}$$

$v_{son} = 340 \text{ m.s}^{-1}$, célérité des ondes sonores dans l'air à 20 °C.

v vitesse du véhicule (m.s^{-1})

f_a fréquence d'approche (Hz)

f_e fréquence d'éloignement (Hz)

Problème posé : Le conducteur est-il en infraction sachant que la vitesse est limitée à 80 km/h ?

C. Travail à effectuer :

1. Proposer un protocole permettant de répondre au problème posé :

APPEL n°1

Appeler le professeur pour lui présenter le protocole ou en cas de difficulté

2. Lorsque le véhicule s'approche :

En utilisant le logiciel **Regavi**, sélectionner le son entre 1,9 et 2,1 secondes et afficher son spectre fréquentiel.

Donner la fréquence du fondamental perçue par le récepteur (micro) quand la voiture s'approche du micro. Cette fréquence est notée f_a (elle doit être voisine de 500 Hz, les pics précédents n'étant que du « bruit »).

APPEL n°2

Appeler le professeur pour lui présenter les résultats ou en cas de difficulté

3. Lorsque le véhicule s'éloigne :

Sélectionner ensuite le son entre 2,5 et 2,7 secondes et afficher son spectre fréquentiel.

Donner la fréquence du fondamental perçue quand la voiture s'éloigne notée f_e .

4. Comparer les fréquences f_a et f_e . Ces résultats sont-ils conformes à l'effet Doppler.

5. Le véhicule est-il en infraction ?

Formulaire :

$$f_0 = \frac{f_a + f_e}{2}$$

$$v = v_{\text{son}} \times \frac{f_a - f_e}{f_a + f_e} = v_{\text{son}} \cdot \frac{\Delta f}{2 \times f_0} \quad \text{soit} \quad \frac{\Delta f}{2} = f_0 \times \frac{v}{v_{\text{son}}} \quad \text{avec } \Delta f = f_a - f_e \text{ le décalage Doppler}$$

$$f_a = f_0 + \frac{\Delta f}{2} = f_0 + f_0 \times \frac{v}{v_{\text{son}}} = f_0 \times \left(1 + \frac{v}{v_{\text{son}}}\right)$$

$$f_e = f_0 - \frac{\Delta f}{2} = f_0 - f_0 \times \frac{v}{v_{\text{son}}} = f_0 \times \left(1 - \frac{v}{v_{\text{son}}}\right)$$

6. Si la vitesse du véhicule était de 80 km.h⁻¹, quelles devraient être les fréquences d'approche f_a et d'éloignement f_e ?

Ranger la paillasse