

**I. Etude de sons**

- Avant de jouer toute œuvre musicale, les musiciens d'un orchestre accordent leur instrument. Par tradition, c'est le joueur de hautbois (ou le pianiste) qui donne le *la*, permettant ainsi au premier violon puis à tous les musiciens de s'accorder. «Donner le *la*» signifie que l'on donne une note de référence, le *la*, également appelé «*la<sub>3</sub>*» ou «*la 440*», qui permet à chaque instrument une fois accordé de produire un son harmonieux.
- Cette note peut aussi être produite par un instrument nommé diapason, qui peut être électronique ou mécanique. Nous allons étudier ces différents sons pour déterminer leurs similitudes et leurs différences.

**1. Acquisition et visualisation sous Regressi**

- A l'aide d'un microphone relié à la carte son d'un ordinateur, enregistrer le son du diapason et celui d'un instrument de musique jouant un *La<sub>3</sub>* ou *La<sub>440</sub>*.
- Pour cela brancher le micro sur la prise au devant de l'ordinateur, ouvrir Regressi et suivre la fiche d'instruction fournie pour réaliser les enregistrements.

**2. Fréquence des deux sons**

- Basculer sur Regressi et observer la page graphe
- 2.1. Quelle(s) différence(s) y-a-t-il entre l'onde sonore émise par le diapason et par la flûte ?
  - 2.2. En utilisant l'outil graphique *Réticule*, déterminer la période **T** de l'onde sonore émise par le diapason.
  - 2.3. En déduire la fréquence **f** du son.
  - 2.4. D'après la littérature scientifique, la fréquence d'un *la<sub>3</sub>* vaut  $f_{\text{théo}} = 440$  Hz. Conclure.
  - 2.5. L'onde sonore émise par l'instrument de musique possède-t-elle la même fréquence ? Justifier.

**3. Analyse spectrale**

- On peut obtenir le spectre de chaque signal périodique grâce à une analyse de Fourier.
  - Pour le son du diapason, cliquer sur cette icône.
  - Choisir l'icône *Limite / Période*, puis zoomer sur le pic de plus grande amplitude grâce à l'icône *Loupe*.
- 3.1. Que représentent l'axe des abscisses et l'axe des ordonnées ?
  - 3.2. Comparer la valeur de la fréquence de ce pic avec la valeur précédente.
- Réaliser l'analyse de Fourier pour le son de l'instrument de musique.
- 3.3. Quelle est sa particularité par rapport au spectre du diapason ?
  - 3.4. Quelle relation existe-t-il entre la fréquence du premier pic  $f_1$  et celle des autres pics ? L'amplitude est-elle la même ?

- Les caractéristiques d'un son musical sont :
  - **L'intensité** d'un son est directement liée à l'amplitude de l'onde.
  - **La hauteur** d'un son dépend de la fréquence de la vibration sonore, appelée fréquence fondamentale : Plus cette fréquence est élevée, plus le son est aigu. Plus cette fréquence est faible, plus le son est grave.
  - **Le timbre** permet de différencier deux instruments émettant tous les deux un son de même hauteur (même fréquence) mais qui sera perçu différemment.

#### 4. Conclusion

- 4.1. Quels sont les points communs entre ces deux sons ?
- 4.2. Quels sont les points différents entre ces deux sons ?

## II. L'effet Doppler (Chap.3)

- En 1842, le physicien autrichien Christian **Doppler** (*doc.4*) prédit le comportement des ondes sonores selon que leur source s'approche ou s'éloigne d'un observateur. Trois ans plus tard, l'expérience suivante confirma son hypothèse :



doc.4 Doppler en 1842

- Un train entra en gare, avec à son bord, 15 trompettistes qui firent retentir leur trompette ; Sur le quai, les observateurs entendirent le son des instruments dont la hauteur augmenta progressivement, puis diminua une fois le train passé, tout comme l'avait prédit Doppler.
- Cet effet Doppler (aussi appelé effet Doppler-Fizeau pour les ondes électromagnétiques) s'applique également à toutes sortes d'ondes ; Il permet de déterminer la vitesse d'une source en mouvement et est utilisé en

- Etudions le cas du son émis par le klaxon d'une voiture roulant aux alentours de  $70 \text{ km.h}^{-1}$  et dont la fréquence des ondes sonores à l'arrêt du véhicule est  $f = 508 \text{ Hz}$ .

astronomie, par les radars, en médecine...

### 1. Protocole expérimental

- Dans vos documents en consultation Q:\RessourcesTS\TP physique, rechercher le fichier *Son Doppler* et l'écouter.

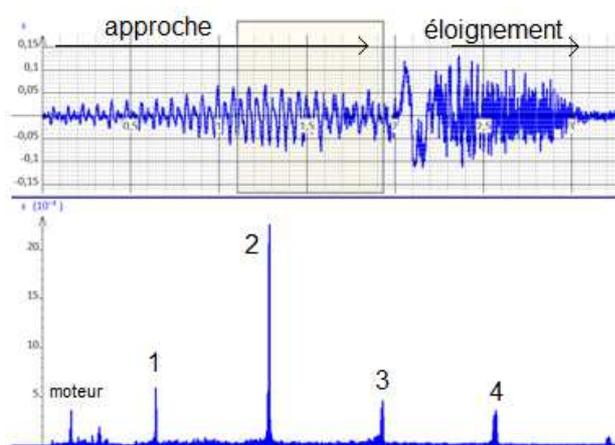
1.1. Quelle différence y a-t-il entre la fréquence du son reçu lorsque la voiture s'approche et lorsqu'elle s'éloigne ?

- Sous *Regressi*, ouvrir ce fichier son.
- Cliquer sur l'icône *Fourrier* pour obtenir l'analyse spectrale de l'enregistrement.
- Visualiser son évolution temporelle (voir *ci-contre*) en cliquant sur l'icône *Temps*



➤ Premier cas : La voiture s'approche.

- Dans la fenêtre du haut, sélectionner la phase d'approche.
- Dans la fenêtre du bas, zoomer (*loupe/cliquer-glisser*) sur les quatre pics 1, 2, 3 et 4 correspondant au spectre du klaxon.
- Avec l'outil *Curseur / Réticule*, mesurer la fréquence fondamentale  $f_1$  et les fréquences des harmoniques 2, 3 et 4.



1.2. Consigner les valeurs dans un tableau.

1.3. En déduire la fréquence fondamentale d'approche  $f_a$  en Hz.

➤ Deuxième cas : La voiture s'éloigne.

- De la même manière, mesurer la fréquence fondamentale  $f_1$  et les fréquences des harmoniques 2, 3 et 4 d'éloignement.

**1.4.** En déduire la fréquence fondamentale d'éloignement  $f_e$  en Hz.

- Dans les conditions expérimentales, on prendra  $v_{\text{son}} = 340$  m/s

**1.5.** Calculer la valeur de la vitesse expérimentale  $v_{\text{exp}}$  de la voiture en appliquant la formule de Doppler :

$$v_{\text{exp}} = v_{(\text{son})} \times \frac{(f_a - f_e)}{(f_a + f_e)}$$

## **2. Exploitation**

- En comparant les deux fréquences fondamentales avec la fréquence propre du klaxon, justifier :

**2.1.** Que la fréquence du son reçu n'est pas la même que celle du son émis.

**2.2.** La réponse à la question **1.1**.

**2.3.** Convertir la vitesse expérimentale en km/h.

**2.4.** Calculer le pourcentage d'erreur relative :  $\frac{|v_{\text{exp}} - v_{\text{théo}}|}{v_{\text{théo}}} \times 100$ . Conclure.