

Effet Doppler

Matthieu et Camille, basés au bord de la route, ont enregistré l'émission sonore du klaxon d'une voiture qui roule à vitesse constante en ville en ligne droite. Le professeur va vous faire écouter cet enregistrement.

À l'aide de ce fichier sonore et des documents ci-après, déterminer si le conducteur peut être sanctionné pour excès de vitesse.

Document 1 : Principe de l'effet Doppler.

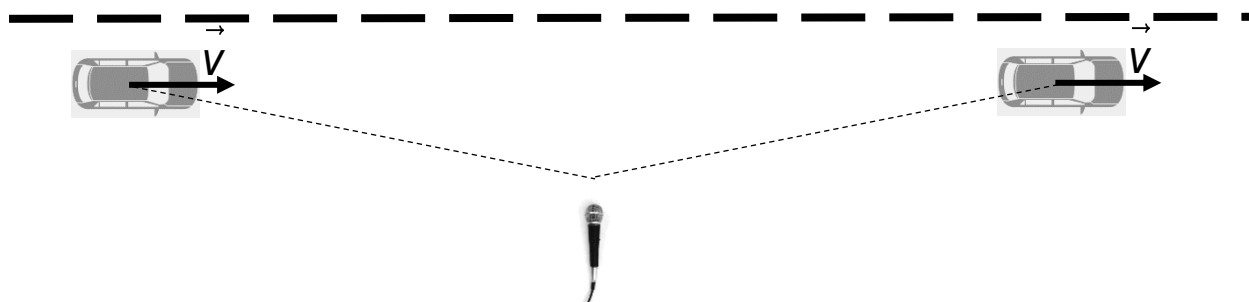
<p>auditeur</p>	<p>auditeur</p>
<p>L'auditeur mesure la fréquence f_{source} du signal sonore émis par une source immobile.</p>	<p>L'auditeur mesure la fréquence $f_{\text{reçue}}$ du signal sonore émis par la même source s'éloignant à la vitesse v. On obtient $f_{\text{reçue}} < f_{\text{source}}$.</p>
<p>auditeur</p>	<p>Dans tous les cas, la fréquence $f_{\text{reçue}}$ (éloignement ou f_{approche}) peut correspondre à la fréquence fondamentale ou bien aux harmoniques (voir doc.2).</p>
<p>L'auditeur mesure la fréquence $f_{\text{reçue}}$ du signal sonore émis par la même source s'approchant à la vitesse v. On obtient $f_{\text{reçue}} > f_{\text{source}}$.</p>	

La vitesse v du véhicule dans le référentiel de la route, est donnée par la relation :

$$v = v_{\text{son}} \cdot \frac{f_{\text{approche}} - f_{\text{éloignement}}}{f_{\text{approche}} + f_{\text{éloignement}}}$$

où v_{son} est la célérité du son dans l'air, $v_{\text{son}} = 340 \text{ m.s}^{-1}$ à 15°C .

Cette relation est valable si la direction de la vitesse est confondue avec la direction voiture microphone. Ce qui est approximativement le cas au début et à la fin de l'enregistrement.



Document 2 : Déterminer la fréquence d'un son périodique

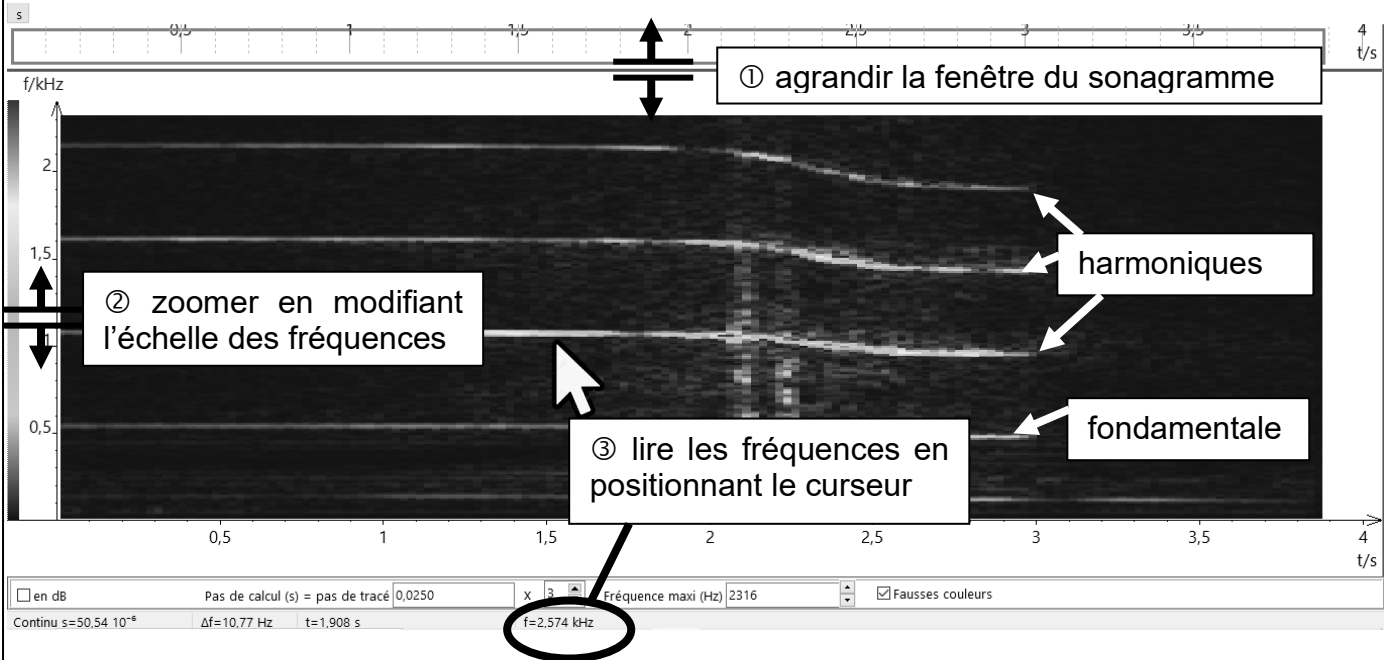
Le logiciel Regressi permet d'ouvrir le fichier sonore wav : Fichier>Nouveau>Son.
C:\PC\TSpe\Klaxon.wav

En cliquant sur l'icône Traiter, on peut analyser les données dans regressi.

Méthode 1 : avec un sonagramme

Un sonagramme est un graphique indiquant la fréquence d'un son en fonction du temps.
Un son périodique possède une fréquence fondamentale f_1 qui définit la note jouée, mais il contient aussi des fréquences f_n dites harmoniques, multiples de la fréquence fondamentale.

Cliquer sur Fourier puis sur Sonag.




Méthode 2 : par mesure de périodes

On mesure la durée de plusieurs périodes, on en déduit la valeur d'une seule période.

On calcule la fréquence $f(\text{Hz}) = \frac{1}{T(\text{s})}$.

Pour cela :

Agrandir la fenêtre Graphe.

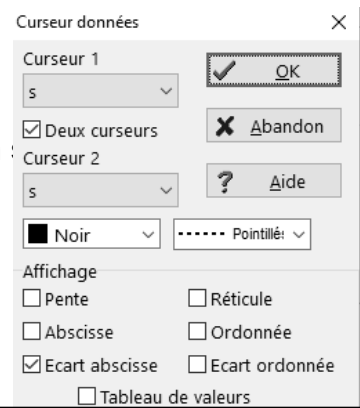
Pour zoomer : cliquer sur  , puis tracer un rectangle de sélection :
Rezoomer jusqu'à ce que quelques motifs soient visibles.

Outils > Réticule données

Cocher Deux curseurs et Ecart abscisse.

Déplacer les carrés noirs sur deux points qui permettent de mesurer

plusieurs périodes.



Document 3 : incertitude-type

L'incertitude type d'une série de mesures est définie par : $u(M) = \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{n}}$, où σ_{n-1} est l'écart-type expérimental et n le nombre de mesures.

Elle ne compte qu'un seul chiffre significatif et est arrondie par excès.

L'incertitude type permet de se rendre compte de la dispersion des mesures et donc de la validité du protocole expérimental.

Elle sera calculée à l'aide d'un tableur.

Compte-rendu

APP (S'approprier) : Rédiger une courte introduction présentant la problématique et sans rentrer dans le détail la piste de résolution envisagée.

ANA (Analyser) & COM (Communiquer) : Proposer oralement au professeur un protocole expérimental permettant de mesurer les grandeurs nécessaires à la résolution du problème.

Appel professeur

RÉA (Réaliser) : Mesurer ces grandeurs à l'aide de deux méthodes. Indiquer tous les calculs. Calculer des vitesses à l'aide des 2 méthodes proposées.

VAL (Valider) :

- Mettre en commun les mesures avec les autres groupes sur le tableur collaboratif à cette adresse : <http://acver.fr/xxxx>
- Répondre à la problématique.

- Indiquer la méthode la plus précise en détaillant la démarche. Indiquer les calculs.

- Rechercher les causes d'erreurs.
- Proposer des pistes pour améliorer le protocole expérimental.