

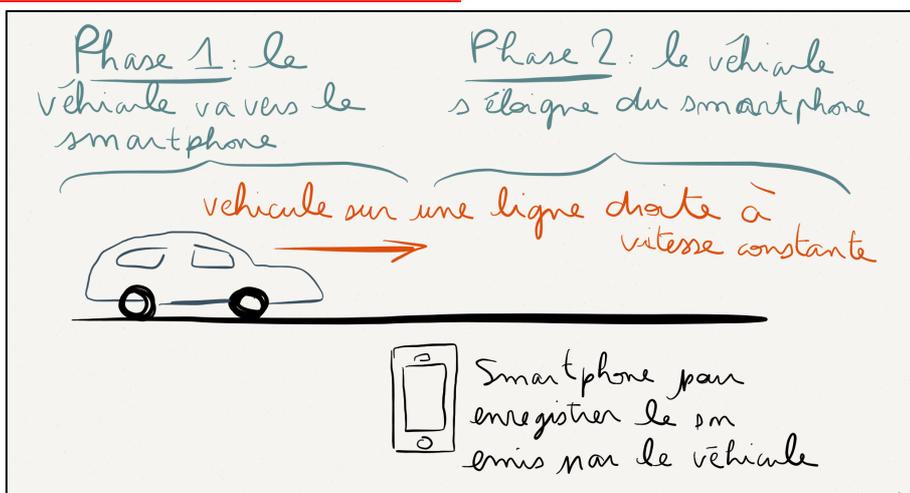
Terminales Scientifiques	Partie 1 : Observer (ondes et particules)+partie 3 : Agir (transmettre et stocker de l'information)	
Tp08	Chapitre 5 : propriétés des ondes	

EFFET DOPPLER

Notions et contenus	Capacités exigibles	Connaissances implicites
Effet Doppler.	<p>Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour mesurer une vitesse en utilisant l'effet Doppler.</p> <p>Exploiter l'expression du décalage Doppler de la fréquence dans le cas des faibles vitesses.</p> <p>Utiliser des données spectrales et un logiciel de traitement d'images pour illustrer l'utilisation de l'effet Doppler comme moyen d'investigation en astrophysique.</p>	<p>Effet Doppler</p> <p>Evolution de la fréquence perçue suivant le déplacement relatif de la source par rapport au récepteur</p>

MESURE EXPERIMENTALE DE LA VITESSE PAR EFFET DOPPLER

L'objectif est de mesurer la vitesse d'un véhicule grâce à un enregistrement du son émis par le véhicule lors du passage de celui ci devant un microphone (celui d'un smartphone par exemple). Les mesures se feront grâce à des applications d'analyse de spectre sur les smartphones (vous utiliserez les applications gratuites suivantes : Ianalyze lite pour IOS et Sound Spectrum Analyzer (SSA) pour Android.



1. Montage.

Sur la paillasse du professeur, un haut parleur diffuse le son émis par le véhicule. Dans la première partie du fichier audio le véhicule se déplace vers le microphone dans la deuxième partie, il s'éloigne du microphone. Lors de l'enregistrement le véhicule se déplace en ligne droite à une vitesse constante de valeur v .

1) En écoutant l'enregistrement, quelle caractéristique du son est modifiée. Dans votre explication différencier les deux phases de l'enregistrement. Cette modification due son est due à l'effet Doppler.

2. Protocole et mesures à réaliser.

- 2) Rédiger un protocole qui, en utilisant l'effet Doppler du son émis par le véhicule et les applications de vos Smartphones, vous permettront de déterminer le plus précisément possible la vitesse du véhicule.
- 3) Déterminer la vitesse du véhicule.

3. Discussion sur la précision des mesures

- 4) A partir des données récupérées sur le curseur quelle est l'incertitude sur la vitesse liée au système de mesure. Sachant que l'incertitude relative est : $\frac{\Delta v_e}{v_e} = 2 \cdot \frac{\Delta f}{f}$. Et que l'incertitude absolue est divisée par \sqrt{n} si l'on fait n mesures. Calculer l'incertitude absolue Δv_e . Présenter votre résultat sous la forme $v_e \pm \Delta v_e$.
- 5) Y a t'il d'autres sources d'incertitudes (par exemple lors de la mesure) ?

4. Données :

L'effet Doppler lie la fréquence à la vitesse telle que $V_E = v \cdot \frac{|f_e - f_r|}{f_e}$ l'indice r signifie récepteur, l'indice e signifie émetteur. La vitesse sans indice est la vitesse de propagation de l'onde. Les sons et ultrasons se propagent dans l'air ambiant à $v=340\text{m.s}^{-1}$

EFFET DOPPLER (CORRECTION)

MESURE EXPERIMENTALE DE LA VITESSE PAR EFFET DOPPLER

5. Montage.

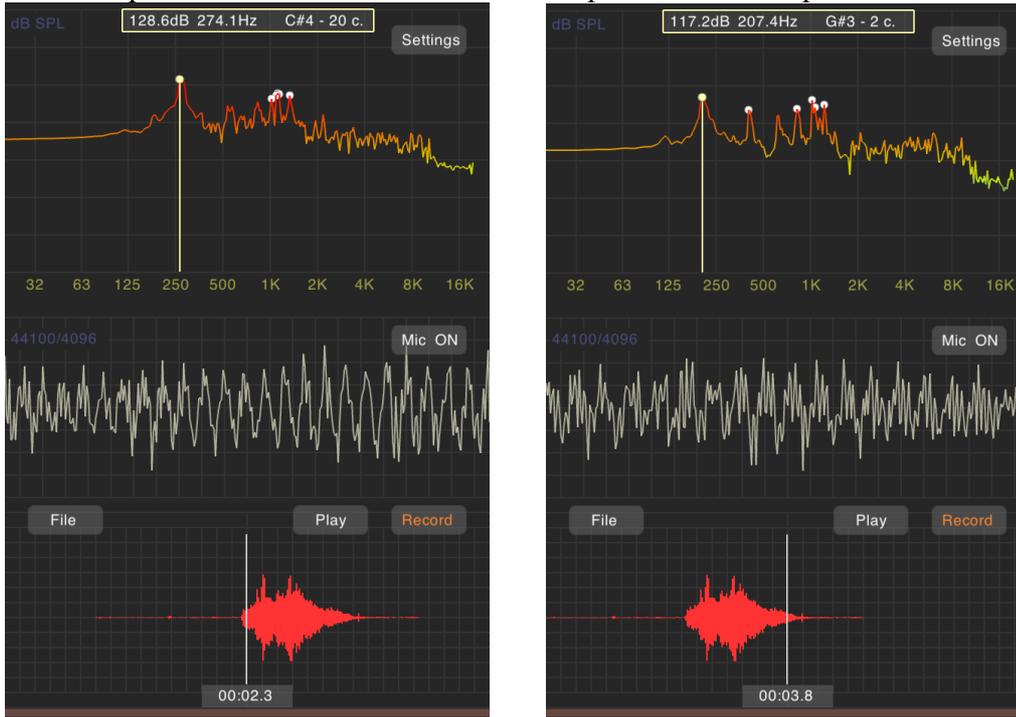
1) Lorsque le véhicule se déplace vers le microphone (phase 1) le son est plus aigu que lorsqu'il s'éloigne du microphone (phase 2)

2) - IOS

- Enregistrer le son à l'aide de l'application « Ianalyze lite » d'analyse de spectre.
- A l'aide du curseur, déterminer la valeur de la fréquence pour le pic le plus marqué au début et à la fin de l'enregistrement.

- Noter ses fréquences fr(1) et fr(2)

- Si c'est possible recommencer avec des fréquences d'autres pics.



(ci dessus copie d'écran montrant la mesure de la fréquence fr(1) à gauche et fr(2) sur l'écran de droite)

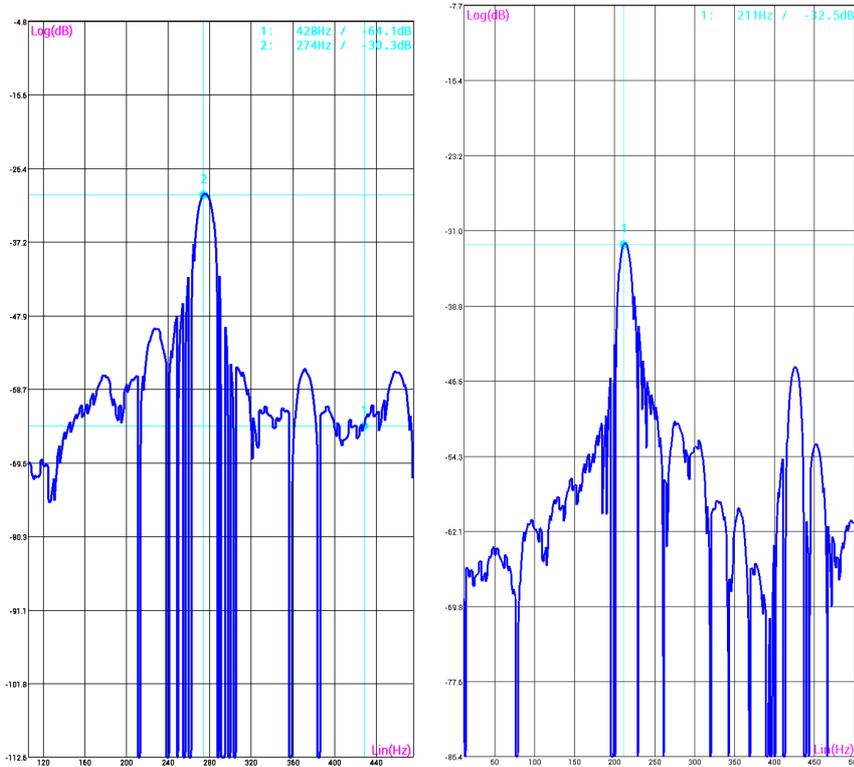
- Android

- ouvrir l'application « SSA ». Celle ci ne permet pas de faire un enregistrement mais de faire des pauses et des mesures de fréquence lors des pauses.

- Suivre l'enregistrement une première fois, faire une pause au début de l'enregistrement, noter fr(1) pour un ou plusieurs pics.

-faire pareil en fin d'enregistrement pour fr(2).

- lors de la pause vous pouvez zoomer sur une partie du spectre pour bien visualiser les pics. Déplacer le doigt sur le spectre pour avoir les valeurs du curseur.



Copies d'écran de l'acquisition sur Android (ici le négatif de l'écran) à gauche le début à 274Hz et à droite la fin à 207Hz

- Calculs.

- Ici comme on enregistre le véhicule qui arrive et qui repart on a $V_E = v \cdot \frac{|f_e - f_{r(1)}|}{f_e}$ or lorsque le véhicule se dirige vers le récepteur $f_e < f_{r(1)}$ donc $V_E = v \cdot \frac{f_{r(1)} - f_e}{f_e}$.

En suivant le même raisonnement lorsque le véhicule s'éloigne du récepteur $f_e > f_{r(2)}$ donc $V_E = v \cdot \frac{f_e - f_{r(2)}}{f_e}$. Comme V_E est constante $f_e - f_{r(2)} = f_{r(1)} - f_e$

Donc $f_e = 1/2(f_{r(1)} + f_{r(2)})$

Et si l'on associe les deux équations permettant de calculer v_E on obtient : $V_E = v \cdot \frac{f_{r(1)} - f_{r(2)}}{2 \cdot f_e}$

3)

$F_{r(1)}$ (Hz)	$F_{r(2)}$ (Hz)	F_e (Hz)	V_e (m.s ⁻¹)	V_e (km.h ⁻¹)
274	207	241	47,1	170
562	420	491	49,3	177
Moyenne			48,2	173

Exemple de calcul :

$f_e = 1/2 \times (274 + 207)$; $f_e = 241$ Hz

$V_E = 340 \cdot \frac{274 - 207}{2 \times 241}$; $v_e = 47,1$ m.s⁻¹

4) Lorsque l'on déplace le curseur vers les points de mesure l'incertitude absolue sur la mesure est $\Delta f = 7$ Hz, l'incertitude relative la plus grande est sur la première mesure de $f_{r(2)}$, ici

$\Delta f / f_{r(2)} = 7 / 207 = 0,034$

Or $\frac{\Delta v_e}{v_e} = 2 \cdot \frac{\Delta f}{f}$ d'où $\frac{\Delta v_e}{v_e} = 2 \cdot 0,034 = 0,068$

$$\Delta v_e = 0,068 \cdot v_e ; \Delta v_e = 0,068 \times 173 = 12 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$$

Ici l'incertitude est en fait divisée par $\sqrt{2}$ car il y a deux mesures

$$\Delta v_e = 12 / \sqrt{2} = 9 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$$

$$\text{Ici } v_e = 173 \pm 9 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$$

5) Autre source d'incertitude, lors de la mesure la vitesse de la source par rapport au récepteur peut être différente de celle du véhicule.