

C01 – TP 4 : L'effet Doppler

CONTEXTE DE LA SITUATION

L'effet Doppler (du nom du physicien autrichien Christian Doppler qui l'a découvert en 1843) est un phénomène qui se produit lorsqu'une source émettrice d'onde se déplace par rapport à un observateur.

On retrouve cet effet autant dans la vie de tous les jours (voiture de F1, sirène de l'ambulance) que dans l'astrophysique (effet Doppler pour les ondes électromagnétiques).

Le but de cette séance est de calculer la vitesse d'une voiture à partir de l'analyse du son provenant de son klaxon.

INFORMATIONS MISES À DISPOSITION

On dispose d'un fichier sonore, montrant la perception du son créé par le klaxon d'une voiture qui roule à une vitesse v sur une route, lors d'une belle journée d'été. L'observateur enregistrant le son est sur le bord de la route, immobile.

Soit v_{son} la célérité de l'onde sonore créée par le klaxon.

On note f la fréquence réelle du klaxon, f_A la fréquence du klaxon perçue par l'observateur lorsque la voiture se rapproche de lui et f_B la fréquence du klaxon perçue par l'observateur lorsque la voiture s'éloigne de lui.

On a les deux relations suivantes :

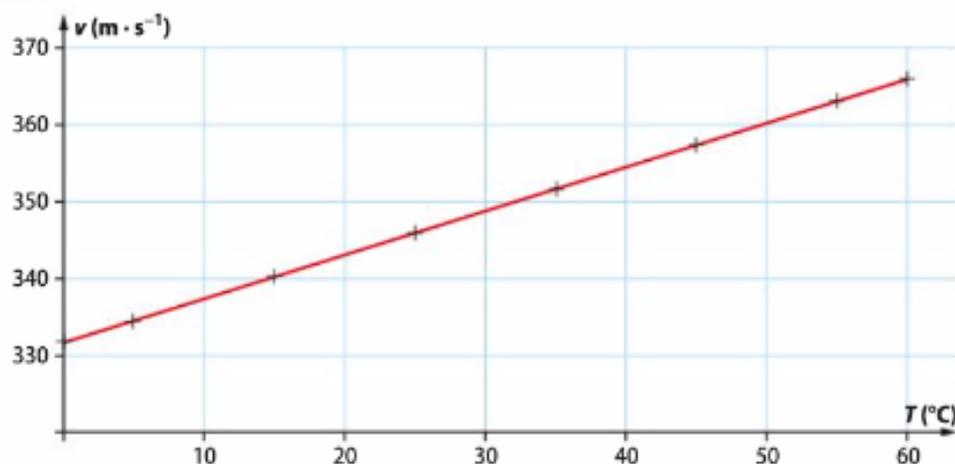
$$\text{Lorsque la voiture se rapproche de l'observateur : } f_A = f \times \frac{v_{son}}{v_{son}-v} \quad (1)$$

$$\text{Lorsque la voiture s'éloigne de l'observateur : } f_B = f \times \frac{v_{son}}{v_{son}+v} \quad (2)$$

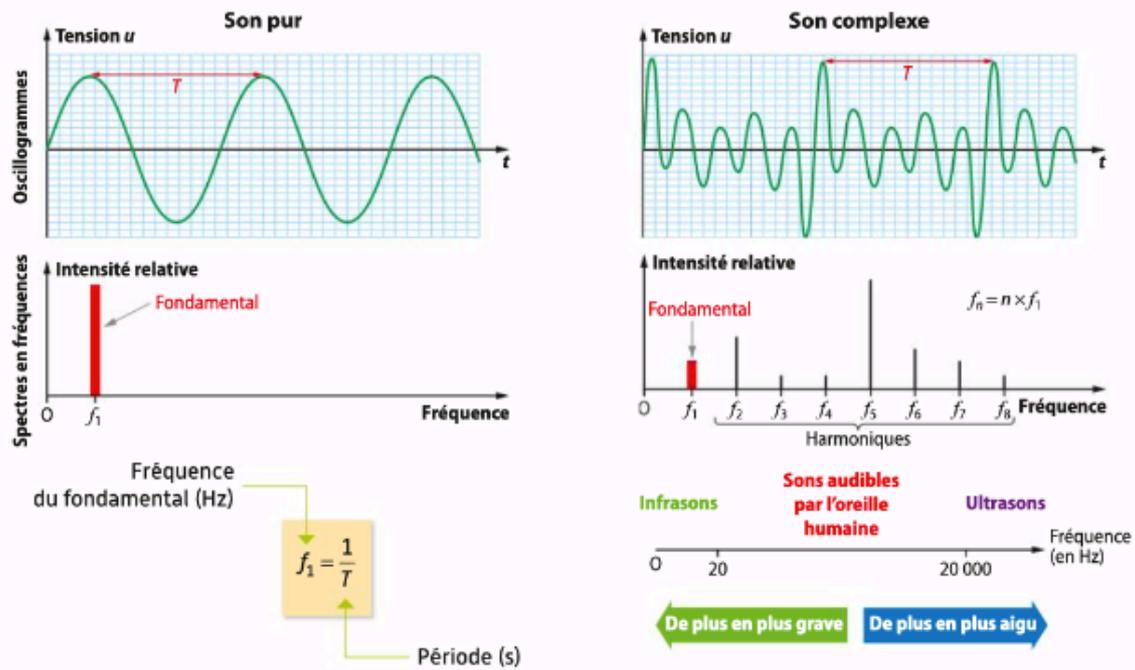
On peut démontrer, en combinant les relations (1) et (2), que la vitesse v de la voiture est :

$$v = v_{son} \frac{f_A - f_B}{f_A + f_B} \quad (3)$$

Vitesse du son et température



Rappels sur les ondes sonores (Voir ES 1^{ère})



TRAVAIL À EFFECTUER

1. Analyse auditive du fichier sonore

- Depuis le site internet, enregistrer dans votre dossier personnel le son : C01_klaxon.

Le fichier est l'enregistrement d'un klaxon d'une voiture lorsqu'elle roule à une vitesse v sur une route limitée à $80 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Nous allons déterminer la vitesse v de l'automobiliste et déterminer s'il est en infraction, en analysant le son du klaxon reçu par un observateur fixe sur la route.

- Écouter le fichier sonore.

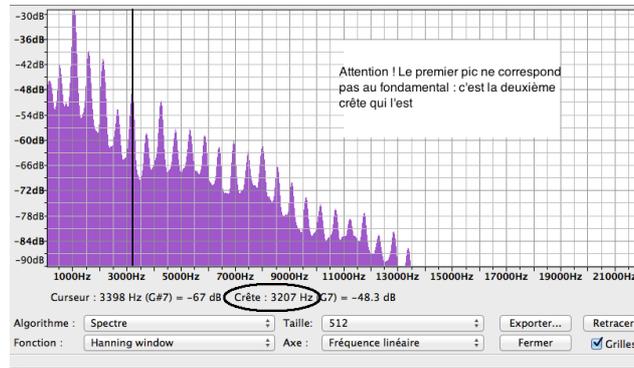
- 1.1. Lorsque la voiture se rapproche de l'observateur, comment évolue la hauteur du son ? Que peut-on dire de la fréquence f_A du klaxon perçue par l'observateur, par rapport à sa fréquence réelle f ?
- 1.2. Lorsque la voiture s'éloigne de l'observateur, comment évolue la hauteur du son ? Que peut-on dire de la fréquence f_B du klaxon perçue par l'observateur, par rapport à sa fréquence réelle f ?

APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour lui présenter les résultats ou en cas de difficulté	

2. Mesure des fréquences par le logiciel Audacity

2.1. Suivre le protocole expérimental suivant :

- Ouvrir le logiciel Audacity.
- Cliquer sur *Fichier* puis *Ouvrir*. Sélectionner le fichier *klaxon*.
- Sélectionner la partie du son correspondant à l'approche de la voiture (entre 0,85 s et 1,9s)
- Dans l'onglet *Analyse*, cliquer sur *Tracer le spectre...*
- En déplaçant le curseur sur le spectre, lire en-dessous du graphique les valeurs de la fréquence fondamentale et des harmoniques (voir image ci-dessous). Relever les valeurs des six premières fréquences. (Attention : ne pas prendre en compte le premier pic, qui est un pic parasite)
- Fermer la fenêtre du spectre.



2.2. Compléter le tableau ci-dessous :

Harmoniques	$f_1 = f_A$	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6
Fréquences (Hz)						
Calcul de la fréquence f_A (Hz)		$f_A = \frac{f_2}{2}$ =	$f_A = \frac{f_3}{3}$ =	$f_A = \frac{f_4}{4}$ =	$f_A = \frac{f_5}{5}$ =	$f_A = \frac{f_6}{6}$ =

2.3. Calculer la valeur moyenne de f_A .

2.4. Refaire la même démarche que précédemment pour la partie du son correspondant à l'éloignement de la voiture (entre 2,3 s et 2,85 s)

Harmoniques	$f_1 = f_B$	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6
Fréquences (Hz)						
Calcul de la fréquence f_B (Hz)		$f_B = \frac{f_2}{2}$ =	$f_B = \frac{f_3}{3}$ =	$f_B = \frac{f_4}{4}$ =	$f_B = \frac{f_5}{5}$ =	$f_B = \frac{f_6}{6}$ =

2.5. Calculer la valeur moyenne de f_B .

APPEL FACULTATIF		
	Appeler le professeur en cas de difficulté	

3. Mesure des fréquences par le logiciel Audacity

- 3.1. Avec les valeurs de f_A et f_B , calculer la valeur de la vitesse v de la voiture.
 3.2. L'automobiliste est-il en infraction ? Justifier.

APPEL n°2		
	Appeler le professeur pour lui présenter vos résultats ou en cas de difficulté	

Question subsidiaire : à partir des relations (1) et (2), et en les combinant, démontrer la relation (3).

À la fin de la séance, reprendre la grille d'auto-évaluation du début du chapitre pour la remplir.