

IV- Effet DOPPLER :

1- Mise en évidence du phénomène

Un son de fréquence f_E émis par une sirène d'une ambulance est perçu plus lorsque l'ambulance est en approche : la fréquence est donc plus
 Le même son est, maintenant, perçu plus lorsque le véhicule s'éloigne : la fréquence est donc plus



Ce phénomène illustre

2- Interprétation :

L'ambulance et le récepteur (pingouin) sont immobiles :



Expression de la longueur d'onde λ_E

Une onde sonore de fréquence f_E (fréquence émetteur) est créée par une ambulance
 Cette onde se déplace à la vitesse du son v_{son} telle que

Elle est perçue à la fréquence f_R (fréquence récepteur) par le pingouin !

L'ambulance s'approche du récepteur (pingouin) :



On a toujours
 $\lambda_E =$

L'ambulance est en approche vers le pingouin.
 Montrons que le son perçu est plus

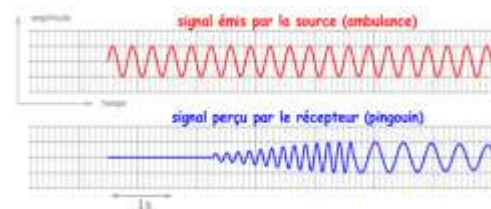
L'ambulance s'éloigne du récepteur (pingouin) :



On a toujours
 $\lambda_E =$

L'ambulance s'éloigne :
 Montrons que le son perçu est plus

Enregistrement du son dans l'ambulance et l'enregistrement du son perçu par le pingouin : **Amplitude = f(temps)**



3- Comment l'effet Doppler permet-il de déterminer la vitesse de la source v ?

L'étude de ce phénomène conduit aux relations suivantes **qu'il faut savoir appliquer** :

Il est possible de relier la fréquence f_E émise par la source, la fréquence f_R reçue par le récepteur, la vitesse de propagation (célérité) de l'onde v_{son} et la vitesse v du récepteur (ambulance) par rapport à l'émetteur.
 Pour une onde sonore, on a :

$$|\Delta f| = |f_R - f_E| = \frac{v}{v_{son}} \times f_E$$

- v : vitesse du récepteur m/s
 - $v_{son} = 340 \text{ m/s}$: vitesse du son dans l'air

Exercice :

Si l'émetteur s'approche du récepteur, le son est perçu plus

$$f_R \dots f_E \text{ donc } f_R - f_E > 0$$

$$\text{conclusion } |f_R - f_E| =$$

Exprimer la fréquence f_R en fonction de f_E et montrer qu'on a bien $f_R \dots f_E$

Exprimer aussi v en fonction de v_{son} , f_R et f_E

Si l'émetteur s'éloigne du récepteur, le son est perçu plus

$$f_R \dots f_E \text{ donc } f_R - f_E < 0$$

$$\text{conclusion } |f_R - f_E| =$$

Exprimer la fréquence f_R en fonction de f_E et montrer qu'on a bien $f_R \dots f_E$

Exprimer aussi v en fonction de v_{son} , f_R et f_E

Remarque :

Cette relation est mise à profit dans les échographies afin de mesurer la vitesse d'écoulement des fluides biologiques à partir de la mesure du décalage de fréquence d'une onde ultrasonore lorsqu'elle se réfléchit sur les cellules du fluide en mouvement.

De même, l'effet Doppler permet de mesurer la vitesse des véhicules grâce aux



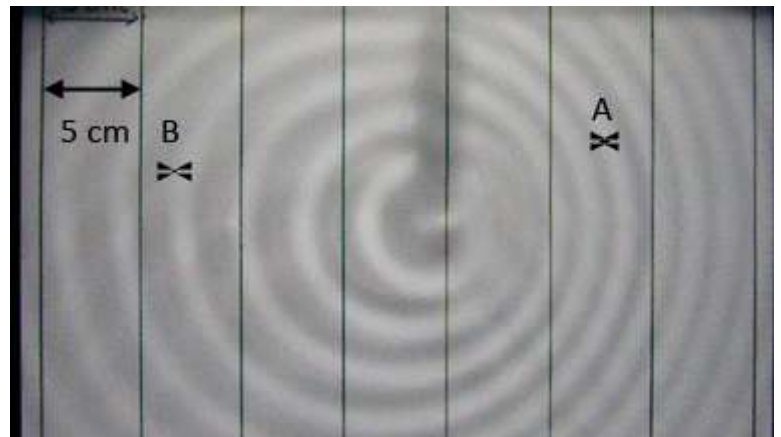
4- Effet Doppler dans une cuve à onde :

Exercice :

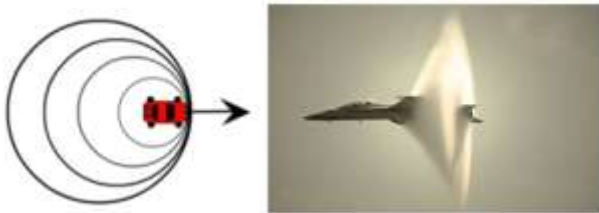
Calculez les longueurs d'onde λ_A et λ_B aux points A et B et en déduire les fréquences f_A et f_B sachant que la vitesse des ondes dans l'eau est

$$v_{onde} = 12 \text{ cm/s et que la fréquence } f_e = 5 \text{ Hz}$$

En déduire la vitesse de la source v



5- Mur du son :



Lorsque l'émetteur atteint la vitesse du son, les ondes sonores s'accumulent devant lui, c'est le mur du son...
Lorsque ce mur est franchit, on entend le fameux

.....

6- Autre application en astronomie:

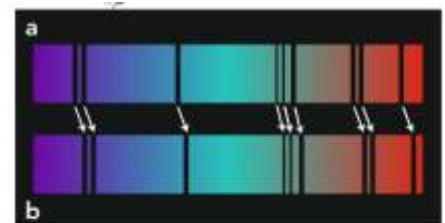
L'effet Doppler Fizeau permet de calculer la vitesse radiale (composante sur le rayon) d'une étoile.

Pour cela il faut comparer les longueurs d'onde de son spectre d'absorption à celles d'un spectre de référence

Lorsqu'une étoile ou une galaxie s'éloigne de la Terre, ces longueurs d'onde se déplacent vers le rouge (grandes longueurs d'onde), c'est le

.....

Par contre quand l'étoile ou la galaxie se rapproche de la Terre, le décalage est vers le bleu, on parle de



Doc. 16 a. Spectre de référence obtenu avec une source immobile par rapport à l'observateur ;
b. spectre obtenu avec une source s'éloignant de l'observateur.