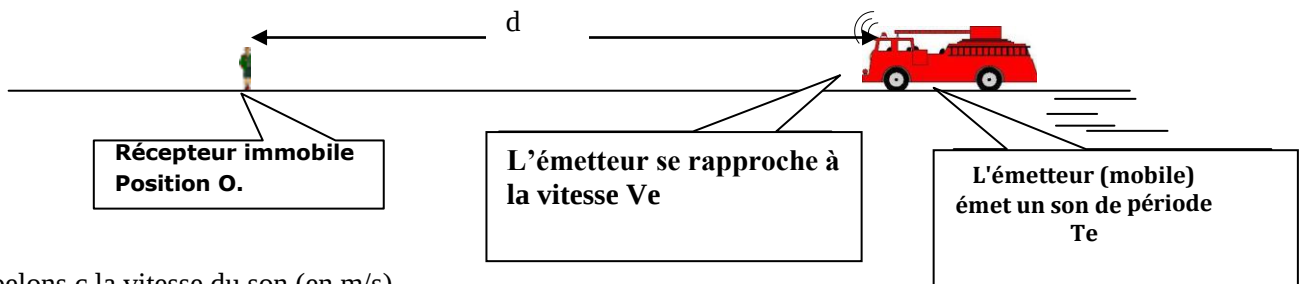


1. L'effet Doppler :

Qui n'a pas vécu l'expérience classique où, placé en observateur en bord de route, on perçoit un son de fréquence supérieure à la fréquence du son émis par la sirène du camion, lorsque celui-ci s'approche, fréquence qui s'abaisse brusquement au moment du croisement, prenant alors une valeur inférieure, alors que le camion s'éloigne.

1.1. ÉMETTEUR MOBILE - RÉCEPTEUR IMMOBILE

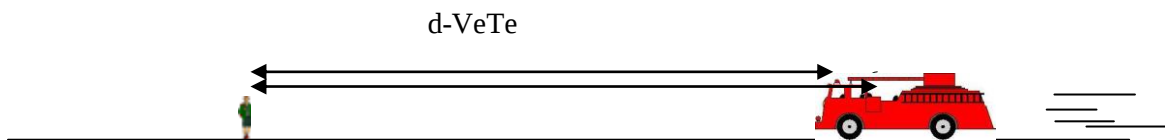
A $t = 0$, émission du premier front d'onde :



Appelons c la vitesse du son (en m/s).

Le premier front d'onde sera reçu en O au temps $t_1 = \frac{d}{c}$

Au temps $t = T_e$, émission du deuxième front d'onde :



Le deuxième front d'onde sera reçu en O à la date $t_2 = T_e + \frac{d - V_e T_e}{c}$

La période apparente de réception sera alors : $T_r = t_2 - t_1 = T_e + \frac{d - V_e T_e}{c} - \frac{d}{c}$

$$\text{Soit } T_r = \frac{c - V_e}{c} T_e$$

$\frac{c - V_e}{c} < 1$ donc $T_r < T_e$ ou $f_r > f_e$, le son est plus aigu

En 1848, le père de la météorologie B.BALLOT place une dizaine de trompettistes sur un train et leur demande de tous jouer la même note.

Il place un autre groupe de musiciens professionnels sur le bord de la voie. Au passage du train, aucun des observateurs n'est capable de reconnaître la note jouée. La preuve est faite ! L'effet Doppler modifie la perception de la fréquence d'un son.

Exemple :

Soit $c = 340$ m/s ; vitesse du véhicule $V_e = 25$ m/s (90 km/h) ; fréquence de la sirène 400 Hz.

Un observateur immobile voyant approcher un camion de pompier entendra la sirène à une fréquence $f \approx 432$ Hz

Et lorsque le camion s'éloigne ?

A $t = 0$, émission du premier front d'onde :

Le premier front d'onde sera reçu en O au temps $t_1 = \frac{d}{c}$

Au temps $t = T_e$, émission du deuxième front d'onde :



Le deuxième front d'onde sera reçu en O à la date $t_2 = T_e + \frac{d + VeT_e}{c}$

La période apparente de réception sera alors : $Tr = t_2 - t_1 = T_e + \frac{d + VeT_e}{c} - \frac{d}{c}$

$$\text{Soit } Tr = \frac{c + Ve}{c} T_e$$

$\frac{c + Ve}{c} > 1$ donc $Tr > T_e$ ou $fr < f_e$, le son est plus grave

Remarque : C'est la même formule avec $-Ve$ à la place de Ve

Exemple :

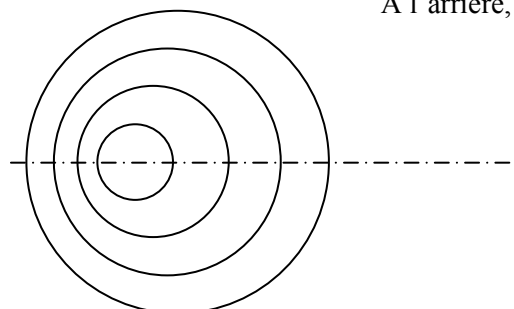
L'observateur immobile voyant s'éloigner le camion, entendra la sirène à une fréquence $f \approx 373$ Hz

A noter que l'écart n'est pas "symétrique" : gain de 32 Hz à l'approche, perte de 27 Hz à l'éloignement.

1.2. En résumé :

Le schéma simplifié ci-dessous permet de bien comprendre le phénomène :

A l'avant, la longueur d'onde
Est plus petite



A l'arrière, elle est plus grande

1.3. Cas particulier : $Ve = c$

Tous les fronts d'ondes arrivent en même temps, c'est le bang supersonique

