



## Effet Doppler : les formules

L'effet Doppler est une **propriété générale des ondes** qui s'observe pour les **ondes mécaniques** ou sonores et les **ondes électromagnétiques** comme la lumière. Il se manifeste lorsque **l'émetteur de l'onde est en mouvement par rapport à un récepteur**. Il existe différentes configurations possibles, selon le mouvement du récepteur et de l'émetteur.

Dans ce qui suit, on se limite au cas où le **récepteur est fixe** et **l'émetteur en mouvement**.

On considère un émetteur d'onde de fréquence  $f_e$  et de célérité  $c$  qui est en mouvement par rapport à un récepteur fixe, à une vitesse  $v$ .

On suppose dans un premier temps que l'émetteur s'approche du récepteur et on constate alors que la fréquence reçue par le récepteur  $f_r$  est différente de la fréquence émise  $f_e$  et vaut :

$$f_r = f_e \times \frac{c}{c - v}$$

Les deux fréquences sont exprimées en Hz alors que la vitesse et la célérité sont exprimées en  $\text{m.s}^{-1}$ .

Puisque la vitesse  $v$  est par définition positive, on peut écrire :

$$-v < 0 \iff c - v < c \iff 1 < \frac{c}{c - v} \iff f_e < f_e \times \frac{c}{c - v} \iff f_e < f_r$$

On s'intéresse désormais au cas où l'émetteur s'éloigne du récepteur et on écrit la relation suivante :

$$f_r = f_e \times \frac{c}{c + v}$$

La vitesse étant toujours positive, on peut écrire :

$$v > 0 \iff c + v > c \iff 1 > \frac{c}{c + v} \iff f_e > f_e \times \frac{c}{c + v} \iff f_e > f_r$$

L'effet Doppler est appréciable au **quotidien**. Il s'agit par exemple de la **variation sonore** que l'on entend lors du passage d'une ambulance. Lorsque l'ambulance s'approche, on entend un son plus **aigu** : la **fréquence reçue est supérieure à la fréquence émise**. Lorsque l'ambulance s'éloigne, on entend un son plus **grave** : la **fréquence reçue est inférieure à la fréquence émise**.

Il est également utilisé pour mesurer des **vitesse**s, lors de contrôles autoroutiers avec les radars.

En effet, en considérant une voiture qui s'approche du récepteur, on dispose de la formule suivante :

$$f_r = f_e \times \frac{c}{c - v}$$

Que l'on peut réécrire sous la forme :  $f_r \times c - f_r \times v = f_e \times c$  ; ce qui permet d'obtenir :  $v = \frac{(f_r - f_e)c}{f_r}$

En connaissant la fréquence des ondes émise et reçue ainsi que leur célérité, on peut en déduire la vitesse  $v$  de l'émetteur par rapport au récepteur.