

Interprétations de l'Effet Doppler

1. Présentation de l'effet Doppler

L'effet Doppler c'est le phénomène qui caractérise le changement de fréquence de l'onde captée par un récepteur lorsque l'émetteur et le récepteur sont en mouvement relatif.

Donc, si quelque chose émet une onde en se déplaçant par rapport à moi, je vais recevoir une onde d'une fréquence différente de celle émise.

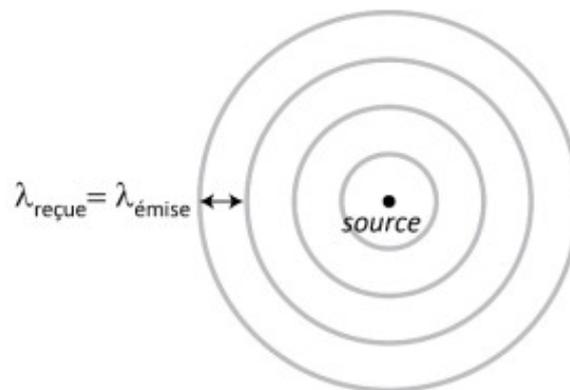
L'effet Doppler survient :

- lorsqu'une source émet une onde périodique (mécanique ou électromagnétique)
- si le récepteur et la source sont en mouvement l'un par rapport à l'autre.

2. Origine physique de l'effet Doppler

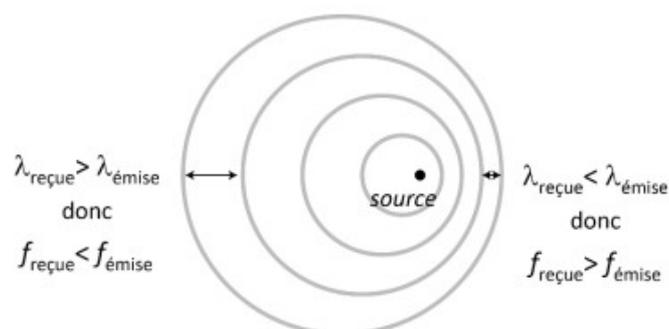
Considérons une source émettant une onde périodique. Les lignes en grisé représentent les points de l'espace atteints par la même perturbation : on les appelle des « surfaces d'onde ».

2.1 Récepteur mobile et l'émetteur fixe



Où que soit placé le récepteur, la longueur d'onde et la fréquence de l'onde reçue sont les mêmes et sont respectivement égales à la longueur d'onde et à la fréquence de l'onde émise.

2.2 Récepteur fixe et émetteur mobile (vers la droite)



	La source et le récepteur se rapprochent	La source et le récepteur s'éloignent
Fréquence	$f_{re\grave{c}ue} > f_{\acute{e}mise}$	$f_{re\grave{c}ue} < f_{\acute{e}mise}$
Longueur d'onde	$\lambda_{re\grave{c}ue} < \lambda_{\acute{e}mise}$	$\lambda_{re\grave{c}ue} > \lambda_{\acute{e}mise}$
Conséquence pour une onde sonore	Réception d'un son plus aigu	Réception d'un son plus grave

2.3 Émetteur et récepteur mobile se déplaçant sur une même ligne

Rapprochement

On va voir d'abord le cas où l'émetteur se rapproche frontalement du récepteur.

Dans ce cas, la fréquence reçue est plus grande que la fréquence émise et on a la relation :

$$f_r = f_e \left(1 + \frac{v}{v_{onde} - v}\right) \quad f_r : \text{fréquence reçue} ; \quad f_e : \text{fréquence émise}$$

v ; vitesse relative entre l'émetteur et le récepteur ; v_{onde} : célérité de l'onde émise

Exemple : Imaginons un chanteur dans un train allant à 200km/h, qui doit s'échauffer la voix en chantant un La à 440Hz. Un observateur près des rails qui voit le train s'approcher peut entendre un son. Calculons-en la fréquence reçue:

L'émetteur (chanteur) se rapproche du récepteur (observateur), on peut donc appliquer

$$f_r = f_e \left(1 + \frac{v}{v_{onde} - v}\right) \quad \text{avec} \quad f_e = 440\text{Hz}, \quad v = 200\text{km/h} = 56\text{m/s}, \quad v_{onde} = 340\text{m/s}$$

On obtient alors $f_r = 440 \left(1 + \frac{56}{340 - 56}\right) = 527 \text{ Hz}$. C'est plus haut que 440Hz, ce qui est

logique car émetteur et récepteur se rapprochent. La note chantée est un La3, la note entendue par l'observateur est un Do4 !

Eloignement

De la même manière, si l'émetteur s'éloigne du récepteur, on a : $f_r = f_e \left(1 - \frac{v}{v_{onde} + v}\right)$

dans ce cas la fréquence reçue est plus petite que la fréquence émise.

3. Décalage Doppler

On appelle « décalage Doppler », noté Δf , la différence entre la fréquence de l'onde reçue et celle de l'onde émise, en valeur absolue $\Delta f = |f_{re\grave{c}ue} - f_{\acute{e}mise}|$

Rapprochement : $\Delta f = |f_{re\grave{c}ue} - f_{\acute{e}mise}| = f_e \frac{v}{v_{onde} - v}$ $\Delta f > 0$ la fréquence reçue augmente

Éloignement : $\Delta f = |f_{re\grave{c}ue} - f_{\acute{e}mise}| = f_e \frac{v}{v_{onde} + v}$ $\Delta f < 0$ la fréquence reçue diminue