Effet Doppler

Le phénomène

Effet Doppler : quand l'émetteur et le récepteur d'une onde sont en **mouvement relatif**, la fréquence **reçue** f_R diffère de la fréquence **émise** f_E.

E s'éloigne
fronts **écartés**
λ plus **longue**
$f_R < f_E$



E s'approche
fronts **resserrés**
λ plus **courte**
$f_R > f_E$

L'onde garde la même célérité c dans le milieu : c'est l'écart entre deux fronts successifs qui change.

Sens du décalage Doppler

décalage Doppler $\Delta f = f_R - f_E$

	approche	éloignement
fréquence reçue	$f_R > f_E \quad (\Delta f > 0)$	$f_R < f_E \quad (\Delta f < 0)$
son perçu	plus **aigu**	plus **grave**
raies d'un spectre	décalées vers le **bleu**	décalées vers le **rouge**

Sans mouvement relatif ($v = 0$) : $f_R = f_E$, aucun décalage.

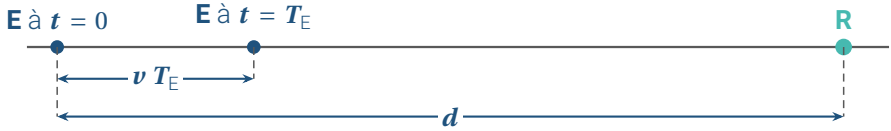
Période, fréquence, longueur d'onde

$$f = \frac{1}{T} \qquad \lambda = c \times T = \frac{c}{f}$$

f en Hz, T en s, λ en m, c en $m \cdot s^{-1}$. Sur un enregistrement, mesurer **plusieurs périodes** puis diviser.

Établir le décalage : émetteur mobile, récepteur fixe

E avance vers R à la vitesse $v < c$, sur la droite (ER), et émet un front à chaque période T_E.



1. Le 1er front parcourt d : il est reçu à $t_1 = \dfrac{d}{c}$.
2. Le 2e front part à T_E et parcourt $d - v\,T_E$: reçu à $t_2 = T_E + \dfrac{d - v\,T_E}{c}$.
3. Période reçue : $T_R = t_2 - t_1 = T_E\left(1 - \dfrac{v}{c}\right)$, puis $f_R = \dfrac{1}{T_R}$.

$$f_R = f_E \times \frac{c}{c - v}$$ **approche**

$$f_R = f_E \times \frac{c}{c + v}$$ **éloignement**

Déterminer une vitesse

Quand $v \ll c$, le décalage est proportionnel à la vitesse :

$$|\Delta f| = f_E \times \frac{v}{c} \iff v = c \times \frac{|\Delta f|}{f_E}$$

1. Lire f_E et f_R (période d'un signal, pic d'un spectre), calculer Δf.
2. Le **signe** de Δf donne le sens : **approche** ou **éloignement**.
3. Isoler v dans la relation ; c est la célérité de l'onde **utilisée**.
4. Résultat en $m \cdot s^{-1}$; multiplier par 3,6 pour des $km \cdot h^{-1}$.

Choisir une formule : homogénéité, sens de variation, cas $v = 0$.

Applications

radar, échographie onde **réfléchie** par la cible (relation de l'énoncé)

astrophysique raies décalées vers le rouge : l'astre **s'éloigne**