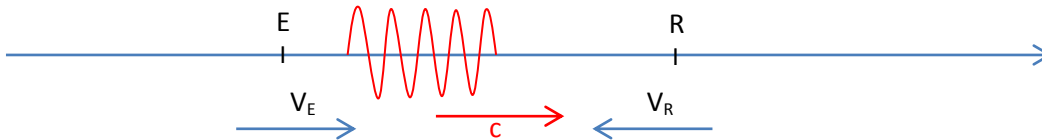


Effet Doppler classique, ondes mécaniques

- L'émetteur se déplace à la vitesse v_E
- Le récepteur à la vitesse v_R
- L'onde à la vitesse c
- Ces vitesses sont mesurées par rapport au milieu de propagation



1/ L'onde est émise (λ_0 , T_0 , f_0): comment est-elle modifiée par rapport au milieu? (λ , T , f)

Pendant la période T_0 , l'émetteur s'est déplacé de $v_E \cdot T_0$

Donc, la longueur d'onde mesurée par rapport au milieu est raccourcie de cette longueur, elle vaut alors:

$$\lambda = \lambda_0 - v_E \cdot T_0 = c \cdot T$$

ou bien: $c \cdot T_0 - v_E \cdot T_0 = c \cdot T$

donc:
$$\frac{T}{T_0} = 1 - \frac{v_E}{c} = \frac{f_0}{f}$$

Ce qui correspond à ce que reçoit un récepteur fixe, alors que la source est en approche. Si la source s'éloigne, le signe "-" devient "+"

On peut aussi en déduire que:
$$f - f_0 = \Delta f = f_0 \cdot \frac{v_E}{c}$$

2/ L'onde est maintenant reçue par un récepteur en mouvement: quelles modifications sont perçues? (λ' , T' , f')

La période de l'onde perçue est ici raccourcie:

$$T' = \frac{\lambda}{c + v_R} = \frac{c - v_E}{c + v_R} \cdot T_0 = T'$$

Si l'émetteur est fixe par rapport au milieu, $v_E = 0$, l'expression précédente devient alors:

$$T' = \frac{c}{c + v_R} \cdot T_0 = T'$$

Donc:
$$\frac{T_0}{T'} = \frac{v_R}{c} + 1 = \frac{f'}{f}$$

Ce qui correspond au cas où le récepteur s'approche d'un émetteur immobile par rapport au milieu. Si le récepteur s'éloigne, le signe "+" devient "-"

On peut aussi en déduire que:
$$f - f_0 = \Delta f = f_0 \cdot \frac{v_R}{c}$$

Vous remarquerez que le décalage de fréquence n'est pas le même, suivant que la source s'approche d'un émetteur fixe, ou que le récepteur s'approche d'une source fixe.

La raison tient au fait que l'onde est ici mécanique et conditionnée par la présence du milieu par rapport auquel sont mesurées les vitesses.

Pour une onde électromagnétique, si on suppose un cas non relativiste, on a:

le **1/** devient:

$$f = f_0 / (1 - v_R/c) \approx f_0 \cdot (1 + v_R/c) \text{ si } c \gg v_R$$

Alors

$$\Delta f \approx f_0 \cdot v/c$$

La **2/** donne la même expression

En longueur d'onde, on obtient:

$$\Delta \lambda = \lambda_0 \cdot v/c$$

Remarque: on obtient les mêmes expressions même si l'onde n'est pas électromagnétique, il suffit que les vitesses des émetteurs et récepteurs soient faibles devant la vitesse de l'onde.