

CHAPITRE 3 : PROPRIÉTÉS DES ONDES

THÈME 1 : ONDES ET MATIÈRE

DÉMONSTRATION DE L'EFFET DOPPLER

animation du site : <http://scphysiques.free.fr/TS/physiqueTS/Doppler.swf>

Soit une ambulance (émetteur) qui se déplace à la vitesse v_E (vitesse de l'ambulance) en direction d'un récepteur fixe (pingouin).

Elle émet des ondes périodiques, de période T_E , se propageant dans le milieu à la célérité c (vitesse du son dans l'air).

⇒ **La première période de l'onde est émise à la date $t_1 = 0$** : L'ambulance est à la distance D du récepteur (figure a).

Cette onde parcourt cette distance à la vitesse c , le récepteur la reçoit à la date : $t_2 = \frac{D}{c}$ (figure b).

⇒ **La deuxième période de l'onde est émise à la date $t_3 = T_E$** : L'ambulance ayant parcouru la distance $v_E \cdot T_E$ depuis la date $t = 0$, elle se trouve à $D - v_E \cdot T_E$ du récepteur (figure c).

L'onde parcourt cette distance pendant la durée : $\frac{D - v_E \cdot T_E}{c}$

donc le récepteur la reçoit à la date : $t_4 = T_E + \frac{D - v_E \cdot T_E}{c}$

⇒ **Pour le récepteur, la période est alors :**

$$T_R = t_4 - t_2 = T_E + \frac{D - v_E \cdot T_E}{c} - \frac{D}{c} = T_E - \frac{v_E \cdot T_E}{c} = T_E \left(1 - \frac{v_E}{c} \right)$$

⇒ **L'onde perçue par le récepteur peut aussi être caractérisée par sa fréquence f_R** :

$$f_R = \frac{1}{T_R} = \frac{1}{T_E} \frac{1}{\left(1 - \frac{v_E}{c} \right)} = f_E \frac{1}{\left(1 - \frac{v_E}{c} \right)} = f_E \frac{c}{c - v_E}$$

⇒ **Si la source s'éloigne du récepteur fixe, le raisonnement est identique**, il suffit de remplacer dans les expressions précédentes v_E par $-v_E$ puisqu'il y a éloignement.

Cela donne : $f_R = \frac{1}{T_R} = f_E \frac{c}{c + v_E}$

La fréquence de l'onde reçue f_R par le récepteur est telle que :

$$f_R = f_E \frac{c}{c - v_E} \text{ si l'émetteur s'approche du récepteur (} f_R > f_E \text{ "iiiiiiii...")}$$

$$f_R = f_E \frac{c}{c + v_E} \text{ si l'émetteur s'éloigne du récepteur (} f_R < f_E \text{ "...aaaaa")}$$

avec : $c \Rightarrow$ célérité de l'onde émise par l'émetteur
 $v_E \Rightarrow$ vitesse de l'émetteur ($v_E < c$)

