

## 1. Le radar routier

**Énoncé** : Le radar émet des ondes électromagnétiques de fréquence  $f$  (elles se déplacent dans l'air à la vitesse  $c$ ) en direction d'un véhicule s'approchant à la vitesse  $v$ . A cause de sa vitesse, le véhicule reçoit cette onde avec une fréquence  $f'$ . Il réfléchit une partie de ces ondes vers le radar, se comportant à son tour comme une source mobile se déplaçant à la vitesse  $v$  en émettant des ondes de fréquence  $f''$ .

Le radar capte cette onde réfléchi à la fréquence  $f''$ .

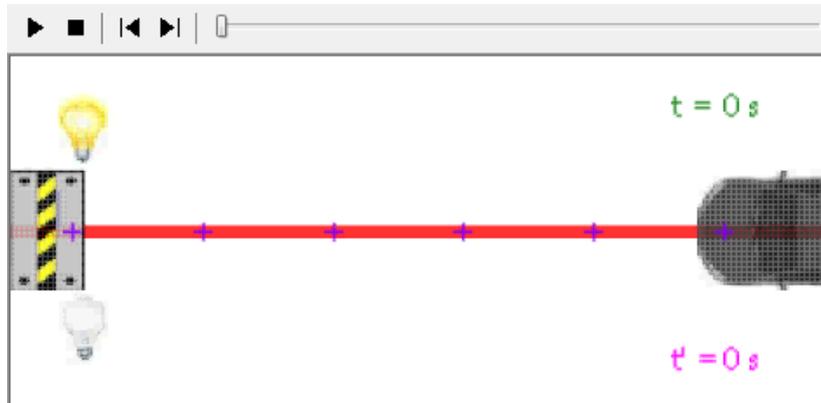


Figure 1 : Vidéo d'illustration de l'effet Doppler (les repères au sol sont distants de deux mètres).

Questions :

- A partir des résultats du cours, exprimer  $f'$  en fonction de  $f$ ,  $v$  et  $c$ ,

Émetteur fixe (radar), récepteur mobile (voiture) :  $f' = (c+v)/c \cdot f$  (1)

- Exprimer ensuite  $f''$  en fonction de  $f'$ ,  $v$  et  $c$ ,

Émetteur en mouvement (voiture), récepteur fixe (radar)  $f'' = c/(c-v) \cdot f'$  (2)

- A partir des deux expressions précédentes, montrer que :

(1) Injecté dans (2) donne  $f'' = \left( \frac{c+v}{c-v} \right) \times f$

- Pour ne pas rester "sec" sur ce genre de calcul,

appliquer la méthode DRI : 1) Développer, 2) Regrouper, 3) Isoler

1)  $f''(c-v) = f(c+v)$

$f''c - f''v = fc + fv$

2)  $v(f'' + f) = c(f'' - f)$

$$3) \quad v = \left( \frac{f'' - f}{f'' + f} \right) \times c$$

- Si la vitesse  $v$  du véhicule est petite devant la vitesse  $c$  des ondes dans l'air ( $v \ll c$ ) alors

$$\frac{v}{c} = \left( \frac{f'' - f}{f'' + f} \right) = \frac{\Delta f}{f'' + f} \ll 1$$

Donc  $f'' + f \approx 2f$  et

$$\Delta f = \frac{v}{c} \times (f + f'') \approx \frac{2v}{c} \times f$$

- La variation de fréquence est proportionnelle à la fréquence émise donc plus la fréquence est élevée plus l'écart mesuré sera grand offrant une meilleure précision.

L'effet DOPPLER peut être utilisé pour mesurer la vitesse d'un objet en déplacement. L'onde émise est reçue puis réfléchiée par l'objet entraînant une variation de fréquence (double effet Doppler) dépendant de la vitesse de l'objet. L'émetteur-récepteur (RADAR) calcule alors cette vitesse, les ondes mises en jeu sont dans ce cas des O.E.M.