

## CHAPITRE 4 : L'EFFET DOPPLER

Pierre-André LABOLLE

Lycée International des Pontonniers

Septembre 2017

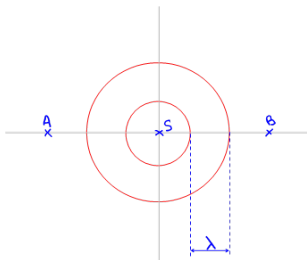
## Introduction

- L'effet Doppler est un phénomène physique dont les manifestations ont permis des avancées considérables dans des domaines différents comme la médecine, l'étude de l'Univers...
- Quelques exemples d'application : contrôle de la vitesse des automobiles, compréhension de l'expansion de l'Univers, son "déformé" que fait une voiture de course en passant devant une tribune, mesure de mobilité des spermatozoïdes, échographies permettant de détecter les battements du cœur d'un fœtus...

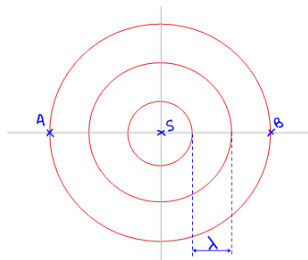
## I. Cas d'une source et de récepteurs tous au repos

- Soient  $S$  une source, fixe dans le référentiel d'étude, émettrice d'une onde sonore de période  $T_E$ , de fréquence  $f_E$  se propageant à la célérité  $v$ .
- La longueur d'onde de cette onde est donnée par :  $\lambda_E = v \cdot T_E = \frac{v}{f_E}$
- On considère deux observateurs  $A$  et  $B$ , eux aussi immobiles dans le référentiel d'étude, situés à égale distance de la source.

## I. Cas d'une source et de récepteurs tous au repos



Situation à la date  $t = 2T_E$

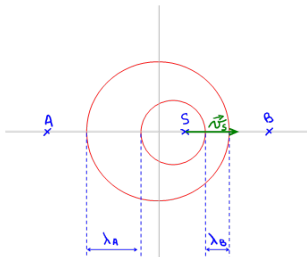


Situation à la date  $t = 3T_E$

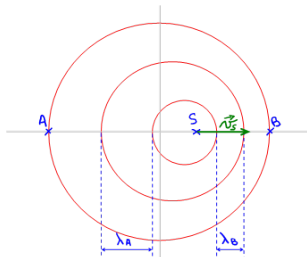
- Les observateurs  $A$  et  $B$  sont touchés par l'onde au même instant.
- Ils perçoivent tous les deux une onde sonore de fréquence  $f_E$  et de longueur d'onde  $\lambda_E$

## II. Cas d'une source en mouvement et de récepteurs au repos

- La source  $S$  est à présent animée d'un mouvement rectiligne uniforme en direction de l'observateur  $B$  ; elle s'éloigne donc de  $A$ .



Situation à la date  $t = 2T_E$



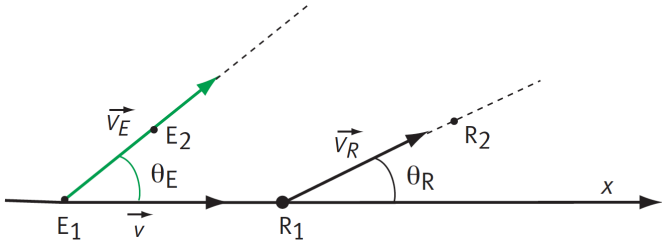
Situation à la date  $t = 3T_E$

## II. Cas d'une source en mouvement et de récepteurs au repos

- L'observateur  $A$  reçoit à présent une onde de longueur d'onde supérieure à  $\lambda_E$  donc de période plus grande que  $T_E$  et de fréquence plus petite que  $f_E$ . Il perçoit un son plus grave.
- L'observateur  $B$ , quant à lui, reçoit une onde de longueur d'onde inférieure à  $\lambda_E$  donc de période plus petite que  $T_E$  et de fréquence plus grande que  $f_E$ . Il perçoit un son plus aigu.
- Ce phénomène est appelé effet Doppler.
- [http://www.onera.fr/sites/default/files/ressources\\_documentaires/cours-exposes-conf/lumiere/observation-detection-identification.swf](http://www.onera.fr/sites/default/files/ressources_documentaires/cours-exposes-conf/lumiere/observation-detection-identification.swf)

### III. Décalage Doppler

- Soit un émetteur  $E$  animé d'une vitesse  $\vec{v}_E$  et un récepteur  $R$  animé d'une vitesse  $\vec{v}_R$  de direction quelconque par rapport à l'axe  $(ER)$ .



### III. Décalage Doppler

- On démontre dans ce cas que le décalage en fréquence observé est tel que :

$$f_R = \frac{\left[1 - \frac{v_R \cdot \cos \theta_R}{v}\right]}{\left[1 - \frac{v_E \cdot \cos \theta_E}{v}\right]} \cdot f_E$$

- Si le récepteur est immobile ( $v_R = 0$ ) et que la source se déplace dans la direction ( $ER$ ) en s'éloignant de  $R$  ( $\theta_E = \pi$ ), alors cette relation devient :

$$f_R = \frac{1}{\left[1 + \frac{v_E}{v}\right]} \cdot f_E$$

- Si l'émetteur  $E$  est immobile ( $v_E = 0$ ) et que le récepteur se déplace dans la direction ( $ER$ ) en s'éloignant de  $E$  ( $\theta_R = 0$ ), alors cette relation devient :

$$f_R = \left[1 - \frac{v_R}{v}\right] \cdot f_E$$

- Etc!!!