

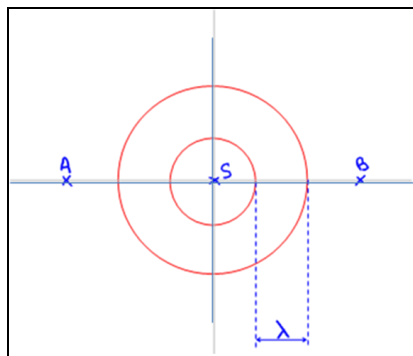
5

Effet Doppler -- Résumé

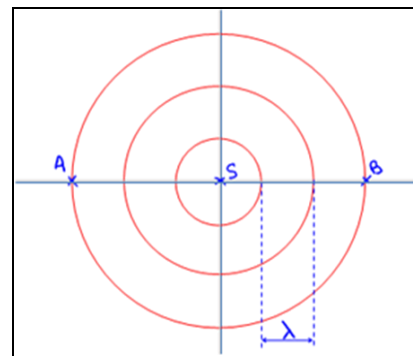
1. Source immobile

Soient une source sonore S située à égale distance de deux observateurs A et B. La source émet une onde sonore de fréquence f (et de période T) qui se propage dans l'air avec la célérité v_o . Sa longueur d'onde λ est donnée par la relation :

$$\lambda = v_o \cdot T = v_o / f \quad (1)$$



à l'instant $t=2T$

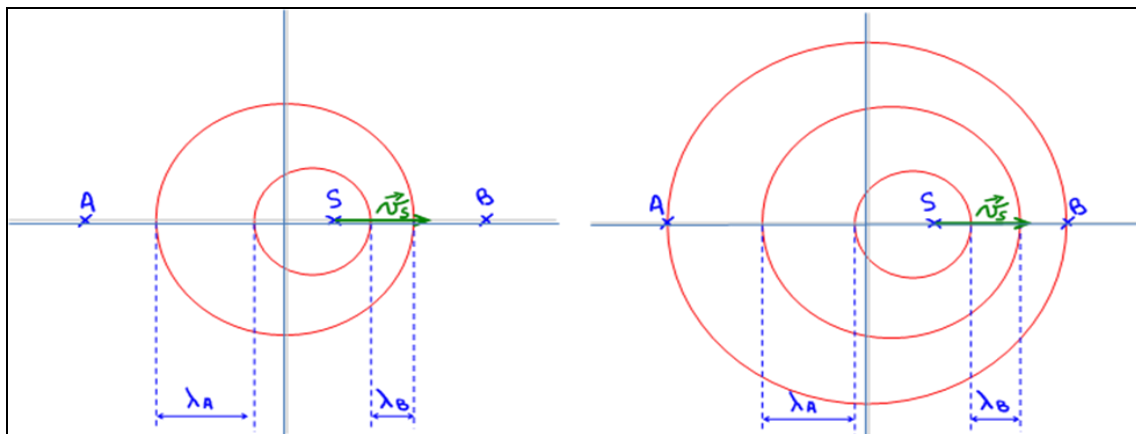


à l'instant $t=3T$

Les deux observateurs sont touchés par l'onde au même instant. Ils perçoivent tous les deux une onde sonore de fréquence f et de longueur d'onde λ .

2. Source en mouvement

La source se déplace maintenant avec une vitesse v_s en direction de l'observateur B. Elle s'éloigne donc de l'observateur A.



à l'instant $t=2T$

à l'instant $t=3T$

L'observateur A reçoit une onde de longueur d'onde et donc de période plus grande que celle de l'onde émise par la source. L'observateur B reçoit une onde de longueur d'onde et donc de période plus petite que celle de l'onde émise par la source.

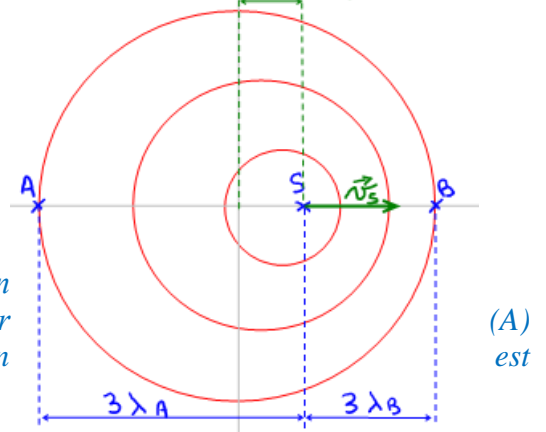
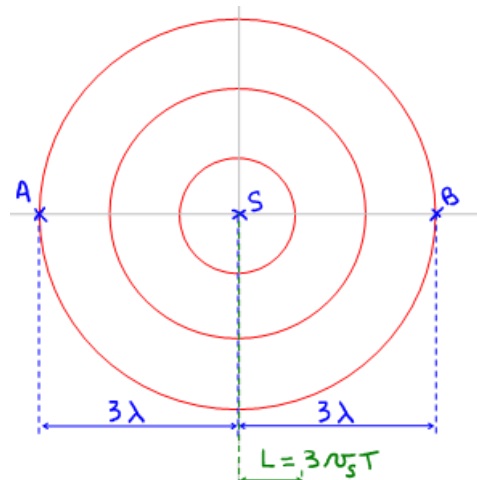
2.1. Décalage de la longueur d'onde

■ Observateur A :

$$\lambda_A = \lambda + v_S T$$

■ Observateur B :

$$\lambda_B = \lambda - v_S T$$



2.2. Fréquence perçue

■ Observateur A :

Si v_S est petite devant v_O :

$$f_A = f \times \left(1 - \frac{v_S}{v_O}\right) \Rightarrow f_A < f$$

(La source s'éloigne de l'observateur)

Règle : Lorsque la source sonore s'éloigne d'un observateur (A), la fréquence f_A perçue par l'observateur est inférieure à la fréquence f de la source sonore (le son plus grave).

■ Observateur B :

Si v_S est petite devant v_O :

$$f_B = f \times \left(1 + \frac{v_S}{v_O}\right) \Rightarrow f_B > f$$

(La source s'approche de l'observateur)

Règle : Lorsque la source sonore s'approche d'un observateur (B), la fréquence f_B perçue par l'observateur (B) est supérieure à la fréquence f de la source sonore (le son est plus aigu).

3. Récepteur en mouvement

Lorsqu'un émetteur en mouvement produit une onde, l'onde se déplace à la vitesse v_O caractérisée par le milieu. Par contre, la vitesse, v' , de l'onde par rapport au récepteur sera perçue différemment si le récepteur est en mouvement à la vitesse v_r .

Supposons : $v_r < v_O$, alors :

Récepteur s'approche de l'onde :

$$v' = v_O + v_r \text{ (Vitesse de l'onde augmente)}$$

Récepteur s'éloigne de l'onde :

$$v' = v_O - v_r \text{ (Vitesse de l'onde diminue)}$$

■ Conclusion

Lorsqu'un récepteur mesure la vitesse v' d'une onde par rapport à lui-même, celle-ci est influencée par la vitesse du récepteur v_r . Cette relation est valide seulement lorsque la vitesse, v_o , du récepteur est inférieure à la vitesse de propagation de l'onde, v_o :

$$v' = v_o \pm v_r$$

Où :

v' : Vitesse de l'onde par rapport au récepteur (m/s)

v_o : Vitesse de l'onde dans son milieu (m/s)

v_r : Vitesse du récepteur (m/s)

\pm : (Positif : +) Récepteur fonce vers l'onde (augmentation de la vitesse)

\pm : (Négatif : -) Récepteur se sauve de l'onde (diminution de la vitesse)

4. L'effet Doppler du sonore

Lorsqu'un émetteur sonore produit un son dans l'air de fréquence f , la fréquence f' mesurée par un récepteur dépend de la vitesse de l'émetteur, v_s , de la vitesse du récepteur, v_r , et de la vitesse du son, v_o , (vitesse de l'onde par rapport à son milieu qui est l'air). Cet effet porte de nos jours le nom d'effet Doppler sonore :

$$f' = f \times \left(\frac{v_o \pm v_r}{v_o \pm v_s} \right) \quad (2)$$

Où :

f' : Fréquence du son mesurée par le récepteur (Hz)

f : Fréquence émise par l'émetteur (Hz)

v_o : Vitesse du son dans l'air sans vent (habituellement 340 m/s) (m/s)

■ v_r : Vitesse du récepteur (m/s)

- Signe + : Récepteur s'approche du son (plus aigu, fréquence augmente, $f' > f$)
- Signe - : Récepteur s'éloigne du son (plus grave, fréquence diminue, $f' < f$)

■ v_s : Vitesse de l'émetteur (m/s)

- Signe - : Emetteur s'approche du récepteur (plus aigu, fréquence augmente, $f' > f$)
- Signe + : Emetteur s'éloigne du récepteur (plus grave, fréquence diminue, $f' < f$)