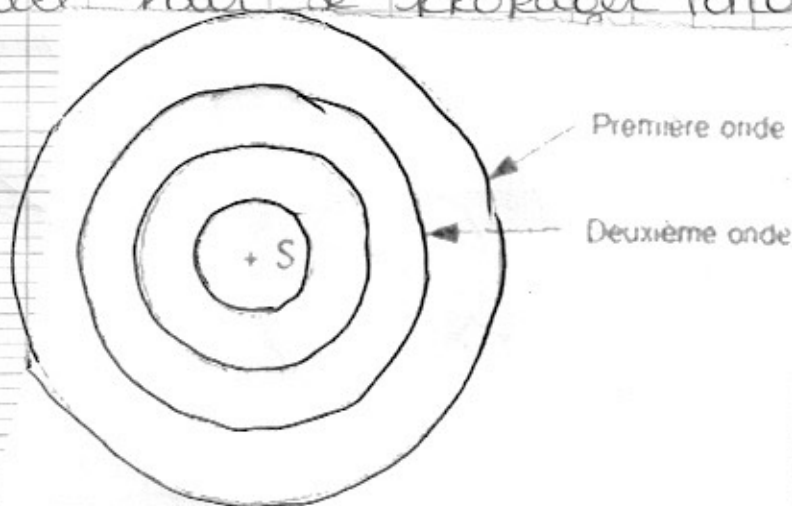


Chapitre Physique : Effet Doppler

- 1) Une onde est la propagation d'une perturbation sans transport de matière mais avec transfert d'énergie. On distingue les ondes mécaniques et non mécaniques. Les ondes mécaniques ont absolument besoin d'un milieu matériel pour se propager (ondes sonores). Les ondes non mécaniques n'ont pas forcément besoin d'un milieu matériel pour se propager (ondes lumineuses).

2)



- a). Je calcule la distance parcourue par une onde issue de S en un temps $\Delta t = 1,5$ s.

$$d = c \times \Delta t = 340 \times 1,5 = 510 \text{ m}$$

$$d_{\text{calculée}} \neq d_{\text{annoncé}} (51 \text{ m}).$$

→ Affirmation fautive.

b). Je calcule $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{340}{680} = 0,5 \text{ m}$

Si les 2 points sont en phase alors $d' = k\lambda$

$$\Rightarrow \frac{d'}{\lambda} = \frac{55,0}{0,5} = 110 = \text{nombre entier}$$

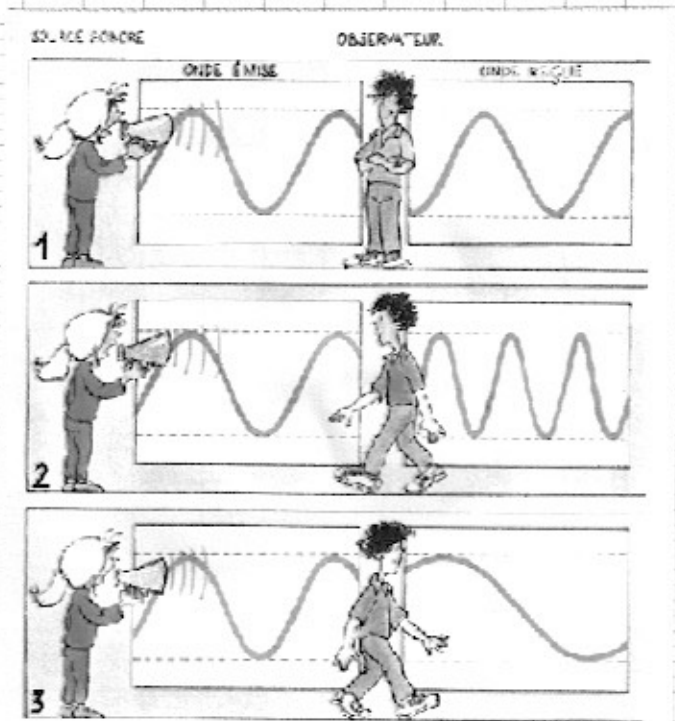
→ Affirmation vraie.

Δ aller - retour

$$c) \quad c = \frac{2 \times d''}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{2 \times d''}{c} = \frac{2 \times 680}{340} = 4 \text{ s}$$

Affirmation fausse

3)



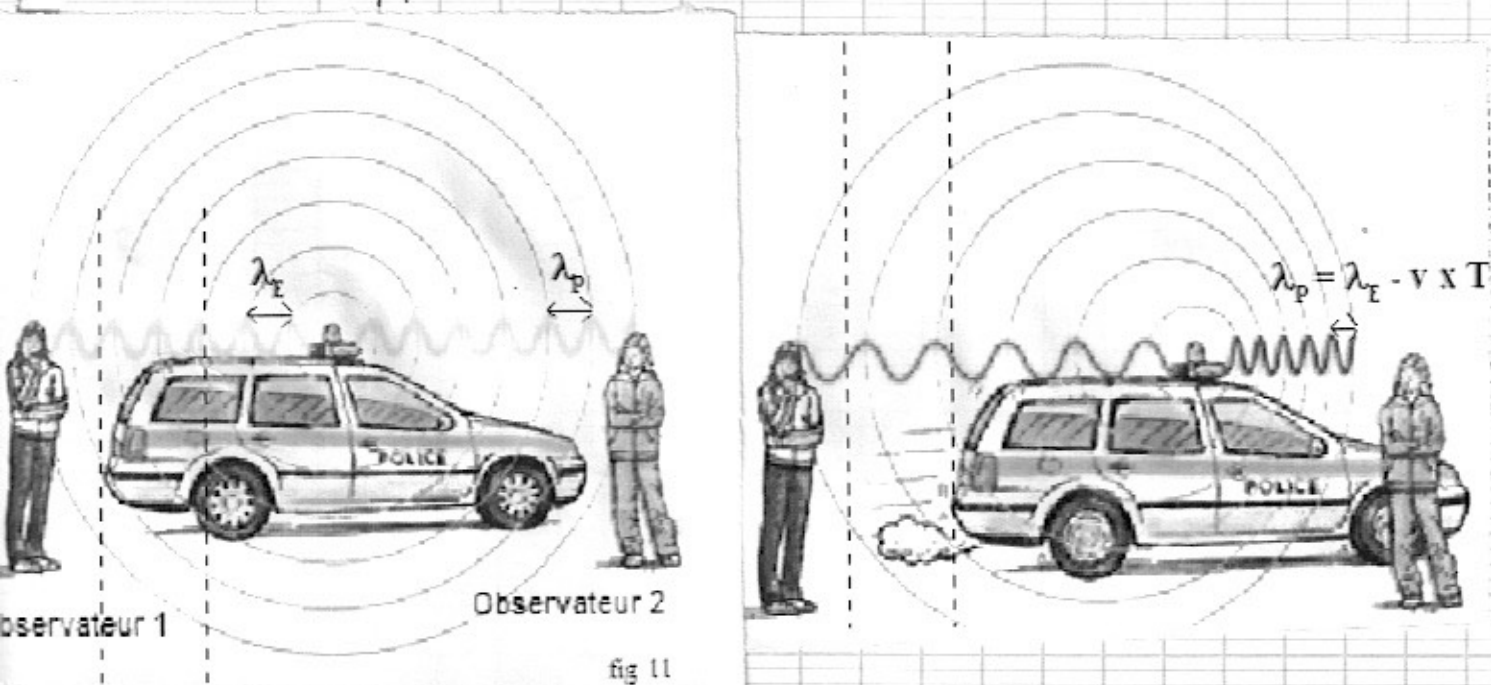
L'effet doppler

Lorsqu'une source sonore (ambulance) se rapproche d'un observateur, la fréquence de l'onde sonore perçue par l'observateur est plus aiguë que la fréquence réellement émise par la source sonore. De même, lorsque la source s'éloigne de l'observateur immobile, alors la fréquence perçue diminue.

Remarque 1 : Ce phénomène apparaît également lorsque l'observateur se déplace par rapport à une source immobile ou les deux.

Remarque 2: L'effet doppler s'observe avec les ondes sonores (voiture de formule 1) mais également ^{avec} les ondes lumineuses. Les applicat° sont nombreuses.

Remarque 3: Ce phénomène n'est perceptible qu'à partir d'une vitesse minimale par rapport à la vitesse de l'onde.



Entre 2 émissions de l'onde périodique, il s'écoule un temps T . Au cours de ce laps de temps, le véhicule émetteur parcourt une distance d vers l'observateur à la vitesse v du véhicule :

$$d = v \times T$$

5)

↳ pendant ce même laps de temps, l'onde parcourt la distance λ .

6) Mais pour l'observateur, entre 2 émissions

d'onde, il y a la longueur d'onde λ' perçue.

$$\lambda' = \lambda - d = \lambda - v \times T$$

$$7) \quad c = \lambda \times f$$

$$8) \quad c = \lambda' \times f' \rightarrow f' = \frac{c}{\lambda'} = \frac{c}{\lambda - v \times T}$$

$$\lambda = \frac{c}{f} \rightarrow f' = \frac{c}{\frac{c}{f} - vT}$$

$$T = \frac{1}{f} \rightarrow f' = \frac{c}{\frac{c}{f} - \frac{v}{f}} = \frac{c}{\frac{c-v}{f}} = \frac{c \cdot f}{c-v} = \frac{cf}{c(1-\frac{v}{c})}$$

$$f' = \frac{f}{1 - \frac{v}{c}}$$

g) $f' > f$ donc le son perçue est plus aigue. Démonstration:

$$0 < v < c$$

$$0 < \frac{v}{c} < 1$$

$$f < f \left(\frac{1}{1 - \frac{v}{c}} \right) = f' \rightarrow \text{son (+) aigue} \quad 0 > -\frac{v}{c} > -1$$

$$1 > 1 - \frac{v}{c} > 0$$

$$1 < \frac{1}{1 - \frac{v}{c}}$$

x)	véhicule rapproché	véhicule s'éloigne
----	--------------------	--------------------

$$\lambda' = \lambda - vT$$

$$\lambda'' = \lambda + vT$$

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

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

son plus aigue

son plus grave

11)
$$f' = f \left(\frac{1}{1 - \frac{v}{c}} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{f'}{f} = \frac{1}{1 - \frac{v}{c}} \Rightarrow \frac{f}{f'} = 1 - \frac{v}{c}$$

$$\frac{v}{c} = 1 - \frac{f}{f'}$$

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

$$v = 340 \left(1 - \frac{680}{716} \right) = 17,1 \text{ m/s} \\ = 61,5 \text{ km/h}$$

EFFET DOPPLER

Christian Doppler, savant autrichien, propose en 1842 une explication de la modification de la fréquence du son perçu par un observateur immobile lorsque la source sonore est en mouvement. Buys-Ballot, scientifique hollandais, vérifie expérimentalement la théorie de Doppler en 1845, en enregistrant le décalage en fréquence d'un son provenant d'un train en mouvement et perçu par un observateur immobile.

En 1848 Hippolyte Fizeau observe le même phénomène pour les ondes électromagnétiques.

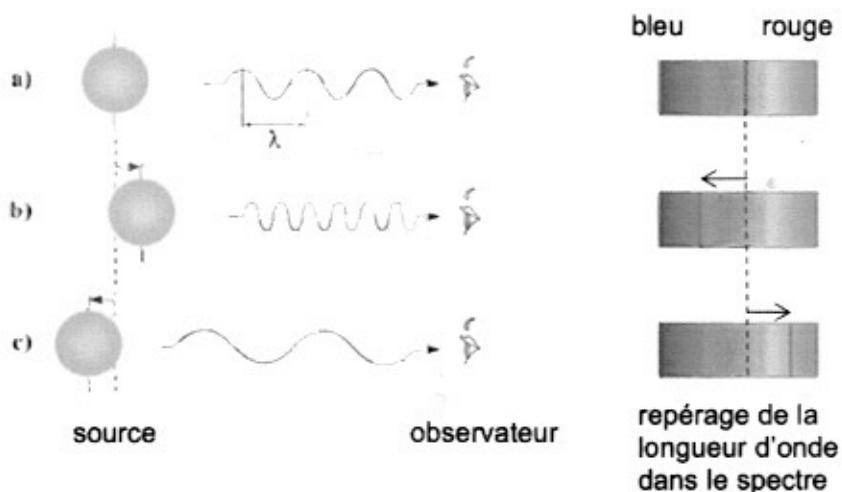
L'effet Doppler a aujourd'hui de multiples applications.

- Un radar de contrôle routier est un instrument servant à mesurer la vitesse des véhicules circulant sur la voie publique à l'aide d'ondes radar. Le radar émet une onde continue qui est réfléchi par toute cible se trouvant dans la direction pointée. Par effet Doppler, cette onde réfléchi possède une fréquence légèrement différente de celle émise : plus grande fréquence pour les véhicules s'approchant du radar et plus petite pour ceux s'en éloignant.
- En météorologie, le radar Doppler permet d'analyser la vitesse et le mouvement des perturbations et de fournir des prévisions de grêle, de pluies abondantes, de neige ou de tempêtes.
- La médecine fait appel à l'effet Doppler pour mesurer la vitesse d'écoulement du sang dans les vaisseaux sanguins.
- En astronomie, l'effet Doppler a permis de confirmer la théorie du Big-Bang et donc de l'extension de l'Univers.
- Toujours en astronomie, l'effet Doppler permet de détecter la présence d'une exo-planète.

La présence d'une exoplanète peut induire un mouvement circulaire de son étoile.

C'est l'étude du mouvement de cette étoile qui permet de détecter l'exoplanète par la méthode dite « de la vitesse radiale » en s'appuyant sur l'effet Doppler-Fizeau.

Lorsqu'une étoile se rapproche ou s'éloigne de la Terre, le spectre de la lumière reçue sur la Terre est décalé par rapport au spectre de la lumière émise par l'étoile.



- En aéronautique, le VOR Doppler (VOR abréviation de VHF Omnidirectional Range) est un système d'aide à la navigation aérienne qui permet au pilote d'un avion de déterminer sa position et son déplacement par rapport à une station au sol.

Répertoriés sur les cartes aéronautiques, les différents VOR constituent des repères sur lesquels le pilote peut s'appuyer pour établir "une route".

L'effet Doppler peut être perturbateur

Par exemple, un danseur en mouvement peut percevoir des notes de hauteurs différentes (de fréquences différentes) et penser que les musiciens n'ont pas joué la bonne note.