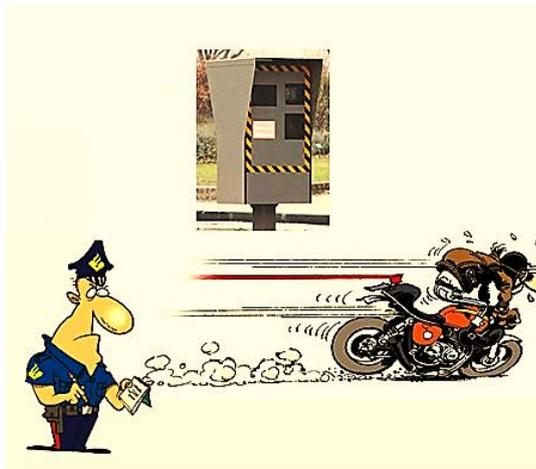


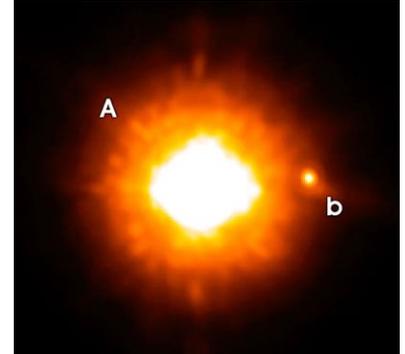
L'EFFET DOPPLER



mesure de vitesse d'écoulement sanguin



contrôle de la vitesse d'un véhicule par radar



détection des exoplanètes

S'APPROPRIER : Ecouter le son d'une voiture se déplaçant à vitesse constante devant un micro

Q1. Décrivez ce que vous entendez.

Q2. Comment peut-on expliquer ce phénomène (s'aider des documents 1 et 2) ?

1) MESURE D'UNE VITESSE PAR EFFET DOPPLER :

Problème : On souhaite savoir si la voiture, dont on vient d'écouter le déplacement sur une route nationale, a fait un excès de vitesse.

ANALYSER : A partir du logiciel AUDACITY (et de son outil de tracé de spectre en fréquence), imaginer un protocole permettant de mesurer la vitesse de déplacement de la voiture.

RÉALISER : Après accord du professeur, réalisez votre protocole. Un compte-rendu précis des résultats est attendu.

VALIDER : La voiture a-t-elle respecté le code de la route ?

2) APPLICATION EN ASTROPHYSIQUE :

2.1) DÉTERMINATION DE LA VITESSE DE ROTATION DU SOLEIL :

L'effet Doppler est utilisé par les astrophysiciens pour déterminer des vitesses dans l'espace. La lumière provenant des astres est collectée avec un télescope puis décomposée pour obtenir des spectres d'absorption (cf document 3).

Q3. Pourquoi le spectre d'absorption du Soleil contient des raies noires ? Comment peut-on les caractériser ?

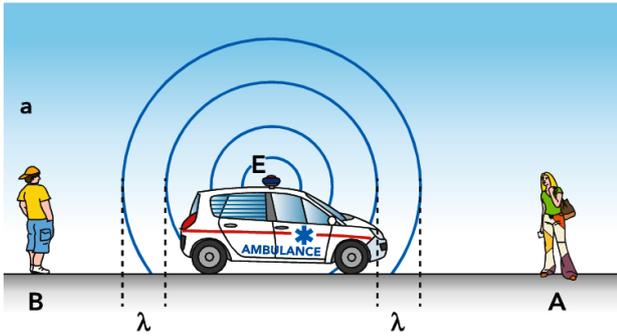
Q4. La composition de l'atmosphère du Soleil étant globalement uniforme, comment peut-on expliquer le décalage entre les spectres a, b et c (doc. 3) ?

Q5. L'américain Edwin Hubble (1889-1953) a observé que les spectres des Galaxies lointaines présentaient tous un « redshift » (décalage vers le rouge). Qu'a-t-il pu en déduire concernant l'évolution de l'Univers ?

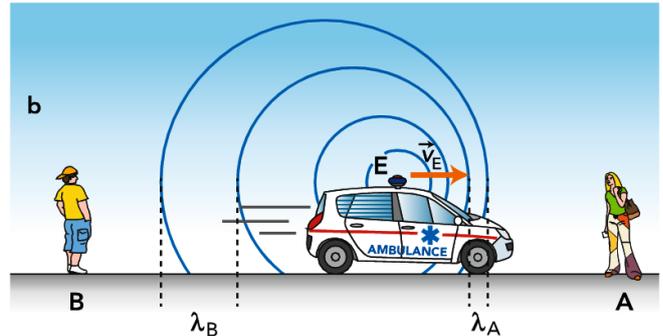
Q6. Comment peut-on déterminer la vitesse de rotation du Soleil ?

2.2) DÉTECTION DES EXOPLANÈTES :

Document 1 : Effet Doppler avec une sirène d'ambulance



Lorsque l'émetteur est immobile, les observateurs immobiles A et B perçoivent des ondes de même longueur d'onde : $\lambda = \frac{v}{f_E}$



Lorsque l'émetteur se déplace à la vitesse v_E en s'approchant de l'observateur A et en s'éloignant de l'observateur B, ceux-ci perçoivent des ondes de longueurs d'onde $\lambda_A < \lambda$ et $\lambda_B > \lambda$.

Document 2 : Décalage en fréquence et vitesse de la source

Soit une source qui se déplace à la vitesse v en direction d'un observateur fixe. Elle émet des ondes périodiques, de période T , se propageant dans le milieu à la célérité c :

- À une date $t_1 = 0$, la première période de l'onde est émise, lorsque la source est à la distance D de l'observateur (Fig. 1.a).
- Celui-ci la reçoit à la date $t_2 = \frac{D}{c}$ (Fig. 1.b).
- La deuxième période de l'onde est émise à la date $t_3 = T$: la source ayant parcouru la distance vT , elle se trouve à $D - vT$ de l'observateur (Fig. 1.c).
- La durée de son trajet jusqu'à l'observateur est alors : $\frac{D - vT}{c}$ donc l'observateur la reçoit à la date $t_4 = T + \frac{D - vT}{c}$ (Fig. 1.d).

Pour l'observateur, la période est alors $T' = t_4 - t_2$ soit $T' = T - \frac{vT}{c} = \left(1 - \frac{v}{c}\right)T$

L'onde perçue peut aussi être caractérisée par sa fréquence f' ou sa longueur d'onde λ' avec : $f' = \frac{1}{T'} = \frac{f}{1 - \frac{v}{c}}$ et $\lambda' = cT' = \lambda \left(1 - \frac{v}{c}\right)$

Si la source s'éloigne de l'observateur fixe, le raisonnement est identique, il suffit de remplacer dans les expressions précédentes v par $-v$.

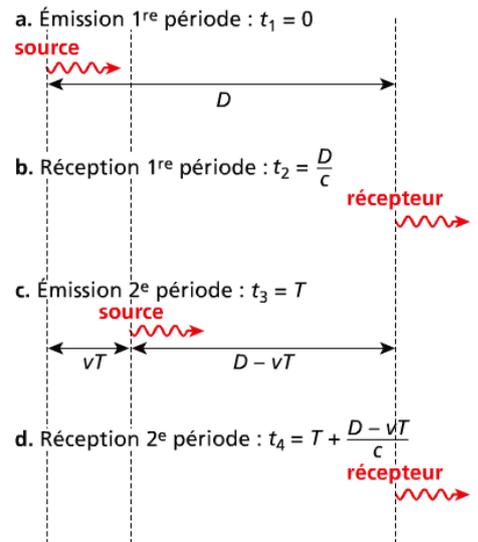
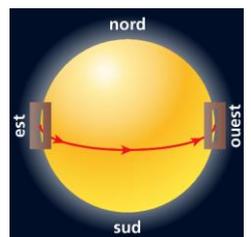
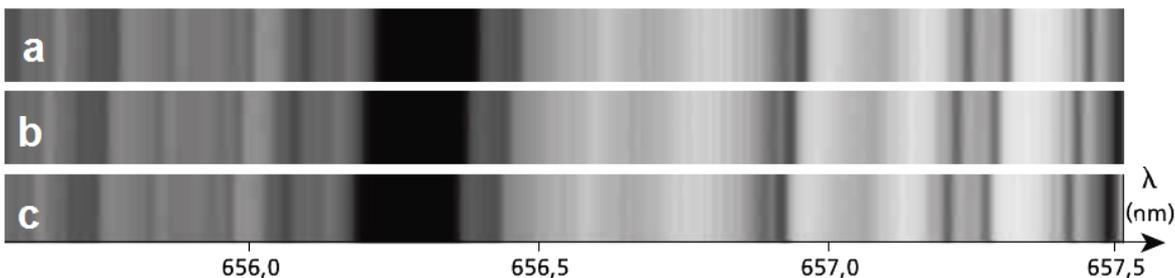


Fig. 1 Représentation de l'émission et de la réception de deux périodes, dans le référentiel de l'observateur.

Document 3 : Effet Doppler en astronomie



- Spectres d'absorption de la lumière provenant :
- a. de l'extrémité ouest du Soleil
 - b. du centre du Soleil
 - c. de l'extrémité est du Soleil