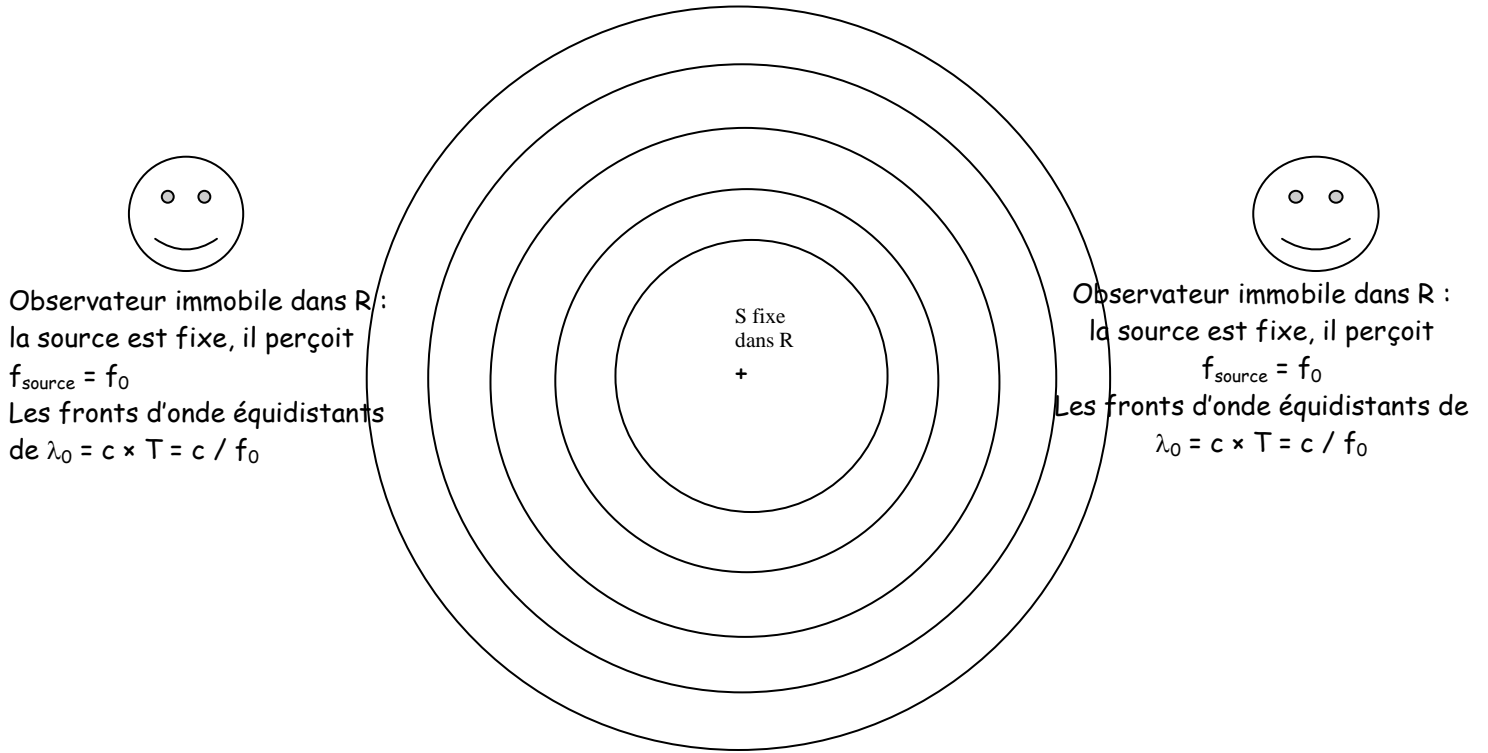
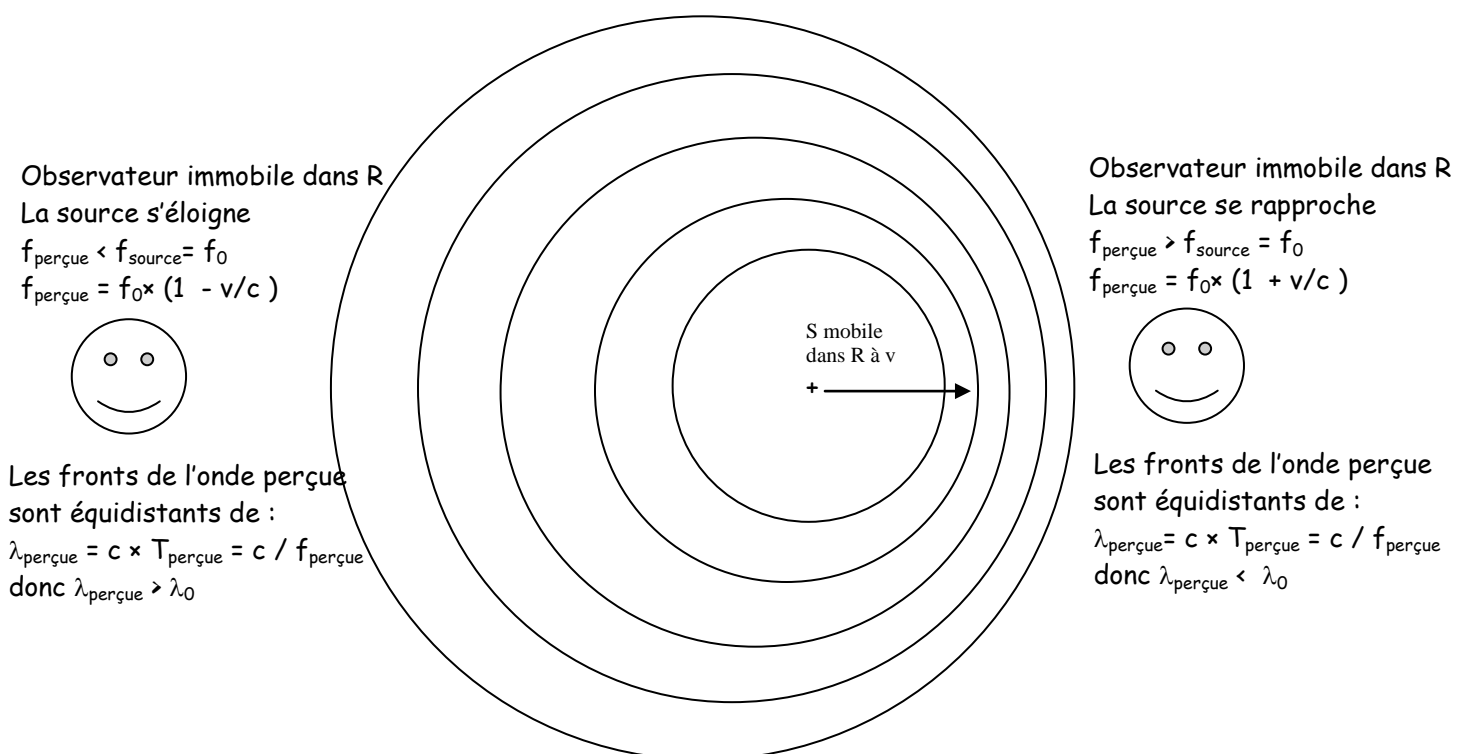


Effet Doppler



Les ondes sphériques émises périodiquement à  $T, 2T, 3T$  etc...ont pour centre le point  $P$  où la source  $S$  est fixe dans  $R$ : leurs rayons croissent à la vitesse de propagation  $c$  et les ondes émises sont concentriques distantes de  $\lambda_0 = c \times T = c / f_0$



Les ondes sphériques émises périodiquement à  $T, 2T, 3T$  etc...ont pour centre les points  $P_1, P_2, P_3,$  etc ...fixes dans  $R$  où se trouvait la source  $S$  au moment de leur émission : leurs rayons croissent à la vitesse de propagation  $c$ . Les ondes émises ne sont plus concentriques !

# Le décalage vers le rouge

L'analyse spectrale du rayonnement électromagnétique émis par une étoile fournit de nombreux renseignements.

**Comment mesurer la vitesse d'un astre à partir de son spectre ?**

Le **doc.** reproduit dans sa partie supérieure une portion du spectre d'absorption d'une étoile (HD 271182) et dans sa partie inférieure un spectre de référence contenant deux raies du fer atomique (Fe I), notées Raie 1 et Raie 2.

Les astronomes ont identifié ces deux raies dans le spectre de l'étoile : elles sont notées Raie 1D et Raie 2D.

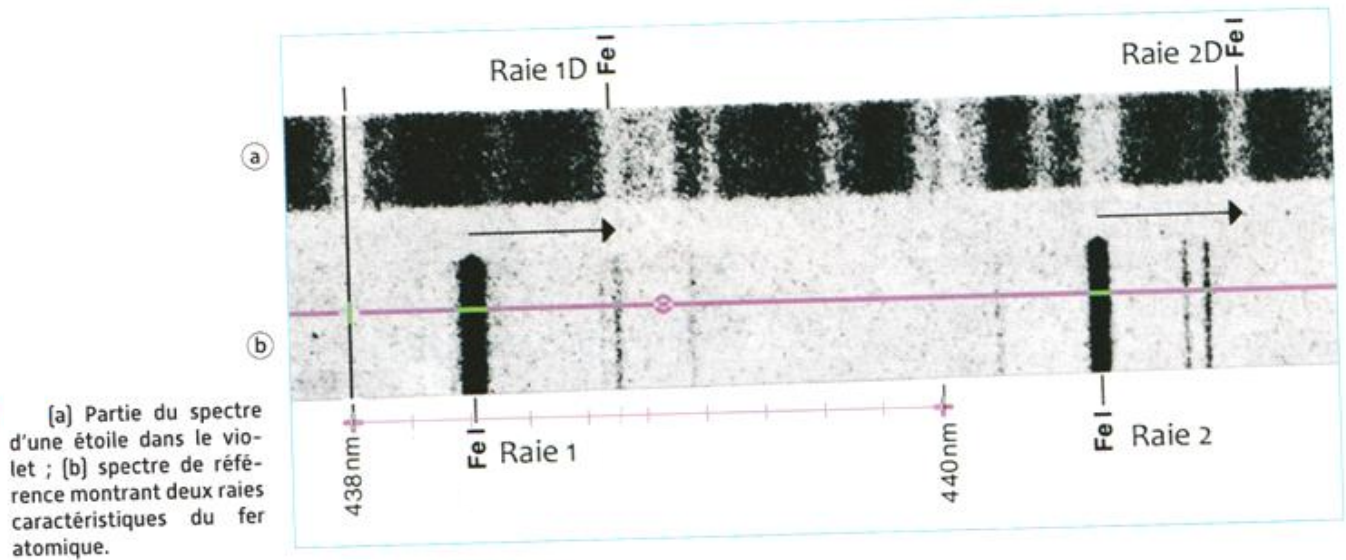
L'intensité lumineuse des raies est inversée car les spectres ont été enregistrés sur un négatif photo.

## S'informer

Lorsqu'un astre se déplace vis-à-vis d'un observateur avec une coordonnée  $V_x$  de sa vitesse suivant l'axe orienté vers le récepteur, les longueurs d'onde  $\lambda_e$  dans son spectre sont décalées par effet Doppler. Elles prennent les valeurs  $\lambda_r$  telles que :

$$\frac{\lambda_r - \lambda_e}{\lambda_e} = \frac{-V_x}{c}$$

Cette expression simplifiée du **décalage spectral** n'est valable que pour des vitesses nettement inférieures à la vitesse de la lumière dans le vide,  $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .



**1. a.** Quel est l'effet d'un éloignement de l'astre sur la longueur d'onde du rayonnement enregistré ? Et sur la fréquence ?

**b.** L'étoile s'éloigne-t-elle ou s'approche-t-elle de l'observatoire ayant réalisé le spectre ?

**c.** Justifier dans ce cas que le terme de « Redshift » (ou **décalage spectral**) est approprié au phénomène observé.

**2.** Montrer à partir du spectre que l'hypothèse  $|V_x| \ll c$  est vérifiée.

**4. a.** Déterminer les longueurs d'onde  $\lambda_{e1}$  et  $\lambda_{e2}$  des raies 1 et 2.

**b.** Recommencer en plaçant la ligne de coupe dans le spectre de l'étoile et mesurer les longueurs d'onde  $\lambda_{r1}$  et  $\lambda_{r2}$  des raies 1D et 2D.

**5.** Calculer la vitesse d'éloignement de l'étoile à l'aide de :

a. la raie 1 ; b. la raie 2.

c. Les résultats concordent-ils ?

## Conclure l'activité

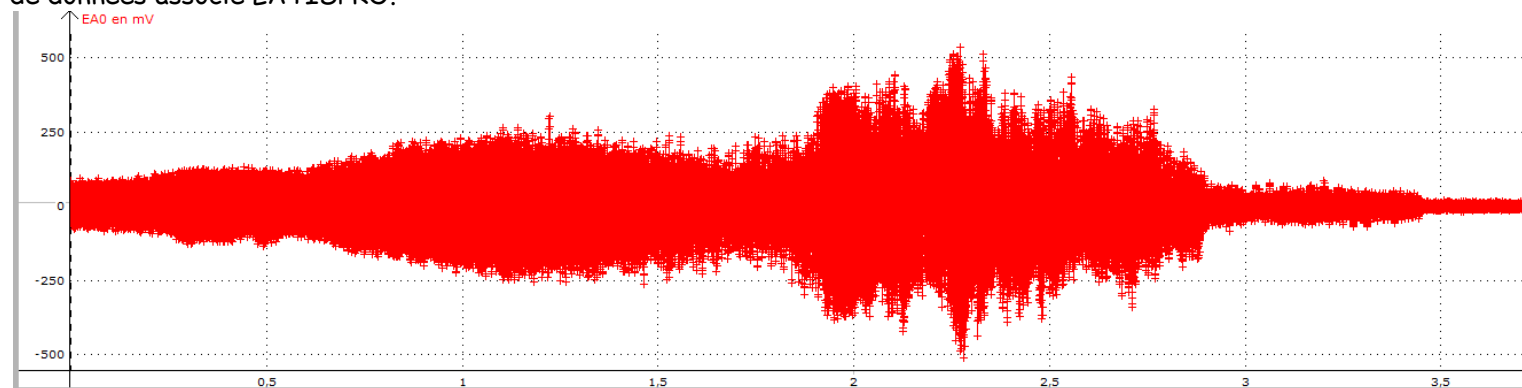
**6. a.** Comment les astronomes procèdent-ils pour obtenir les vitesses d'éloignement des astres à partir des spectres stellaires ?

**b.** Effectuer une recherche sur la loi de Hubble, qui relie la vitesse d'éloignement d'une étoile à sa distance.

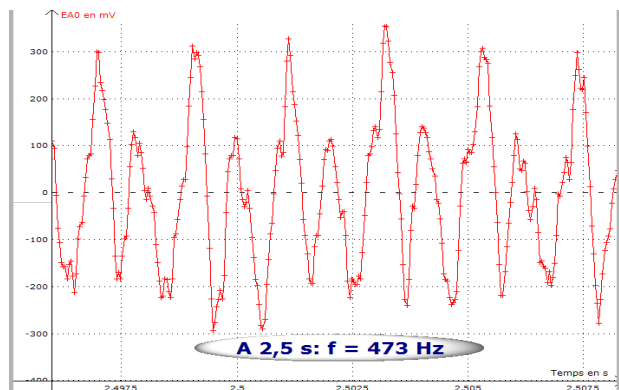
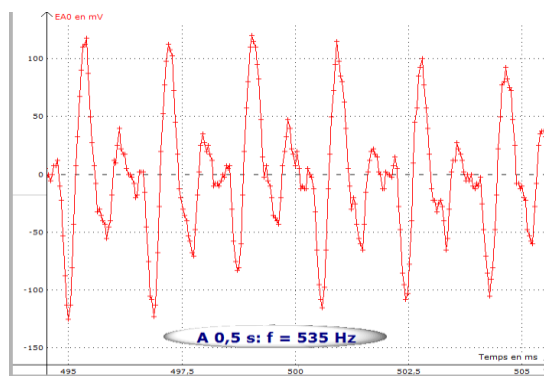
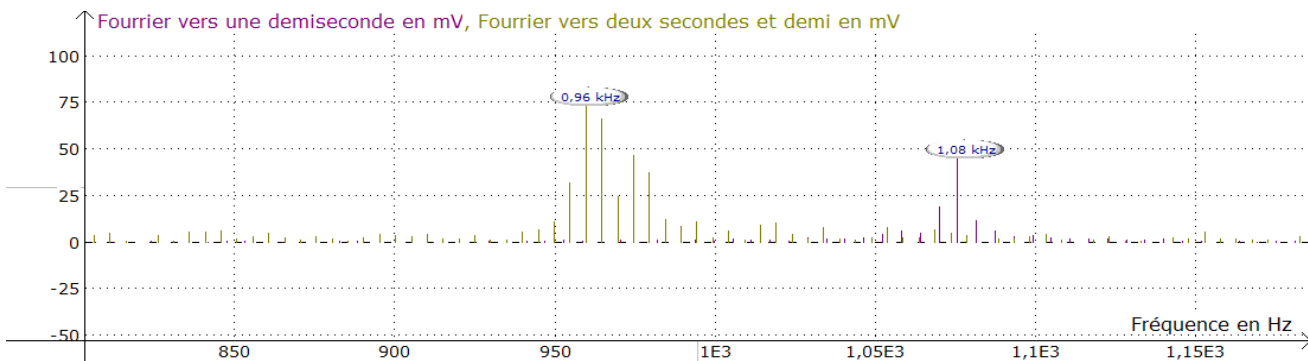
II- Mesure de l'effet Doppler sur l'enregistrement du son émis par l'avertisseur d'une voiture en mouvement  
 Un enregistrement sonore d'un véhicule klaxonnant de façon permanente a été effectué lors du passage devant un micro.

1°) Commenter et interpréter qualitativement.

L'enregistrement sonore est capturé pendant 3,5 s avec la carte SYSAM et analysé avec le logiciel de traitement de données associé LATISPRO.



Par un grossissement du graphe, deux parties sont étudiées, l'une lorsque le véhicule se rapproche du micro au temps 0,5 s, l'autre lorsque le véhicule s'en éloigne au temps 2,5s. La fréquence du son est calculée dans les deux cas en mesurant la durée de 5 périodes.



2°) Commenter les différences obtenues.

3°) Calculer la vitesse du véhicule en admettant la relation 
$$v = \frac{f-f'}{2f} \cdot v_{son} = \frac{-\Delta f}{2f} \cdot v_{son}$$