

### Application à la détection d'exoplanètes

Document 1 : <http://www.jf-noblet.fr/doppler/tp2-1.htm> (détection par la méthode des vitesses radiales)

Document 2 : <http://www.jf-noblet.fr/kepler11/index.htm> (autres méthodes de détection)

### Travail :

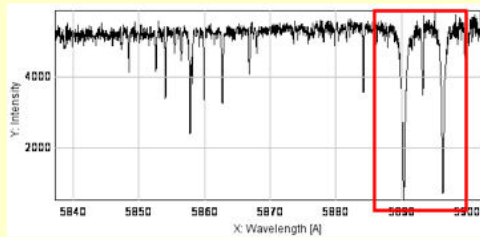
#### 1- Introduction: quelles mesures effectuer ?

On choisit de mesurer le décalage des **deux raies du sodium**  $\lambda_1 = 5889,950 \text{ \AA}$  (588.9950 nm) et  $\lambda_2 = 5895,924 \text{ \AA}$  (589.5924 nm)

Le spectre d'absorption de l'étoile (photo)



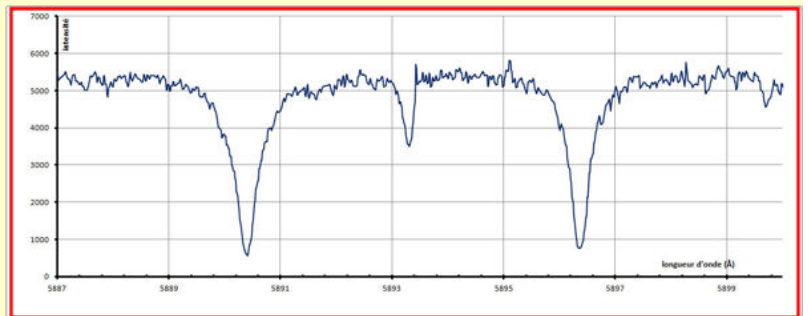
Le spectre d'absorption de l'étoile (courbe de flux lumineux)



zoom sur les deux raies du sodium (photo)



zoom sur les deux raies du sodium (courbe de flux lumineux)



#### 2- Mesures

On effectuera 11 mesures sur une durée d'environ 10 j . et l'on complétera un tableau Excel en même temps

##### a- vitesse radiale de l'étoile et décalage Doppler.

i- Compléter les colonnes  $\Delta\lambda_1 = \lambda_1(\text{mesuré}) - \lambda_1(\text{référence})$  et  $\Delta\lambda_2 = \lambda_2(\text{mesuré}) - \lambda_2(\text{référence})$

ii- Compléter les colonnes  $V_{\text{rad}1}$  et  $V_{\text{rad}2}$  sachant que  $\Delta\lambda/\lambda = v_{\text{rad}}/c$  . Puis remplir la colonne moyenne.

##### b- Pourquoi a-t-on fait les mesures sur 2 raies d'absorption plutôt que sur une seule?

#### 3- Analyse des résultats et détermination de la période de l'exoplanète.

Les points de mesures se sont tracés automatiquement sur le graphe  $V_{\text{rad}} = f(t)$ . On observe une variation sinusoïdale décalée vers le haut de  $V_0$ . On peut donc modéliser par la fonction suivante :

$$V_{\text{rad}} = V_0 + V_{\text{rad max}} \cdot \cos(2\pi \cdot t/T + \phi)$$

$V_{\text{rad}}$  : valeur de la vitesse radiale à l'instant t

$V_0$  : décalage vertical

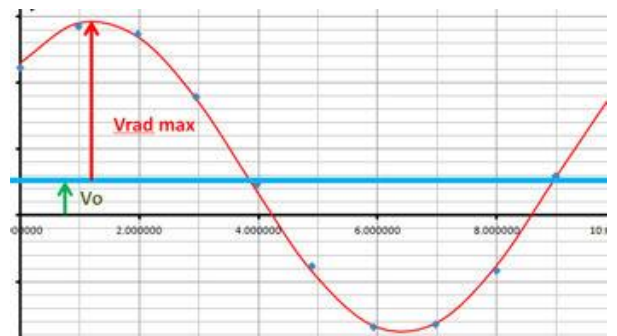
T : période de révolution (en jours)

$\phi$  : déphasage à l'origine

a- que représente donc ce décalage vertical de vitesse  $V_0$ ?

b- Modélisation : En utilisant les barres de défilement, fixer  $V_0$ ,  $V_{\text{rad max}}$  T et le déphase  $\phi$  pour que le modèle corresponde le mieux aux points de mesures.

c- En déduire la valeur de la période T qui représente la période de révolution de la planète géante en orbite autour de l'étoile.



#### 4- Limite de résolution de la méthode utilisée.

Le plus petit déplacement possible du curseur pendant la mesure est de 1 pixel sur l'écran. Trouver à l'aide d'une mesure, la limite de résolution de la vitesse radiale en m/s. En utilisant la valeur de  $V_{\text{rad max}}$ , trouver la précision relative de ces mesures. Comparer cette limite de résolution avec les 7m/s qu'obtiennent les scientifiques par des méthodes plus sophistiquées avec ce spectrographe.

#### 5- Méthodes d'investigation

A l'aide des document 1 et 2 Expliquer clairement les 2 méthodes suivantes de détection d'exoplanètes : la méthode des vitesses radiales (utilisée lors de ce TP) et la méthode des transits. Indiquer leur limitations et comparer leur efficacité