

**EXERCICE C. UNE EXOPLANÈTE : 51Peg\_b (5 POINTS)**

Mots-clés : 3<sup>ème</sup> loi de Kepler dans le cas du mouvement circulaire, modèle optique d'une lunette astronomique.

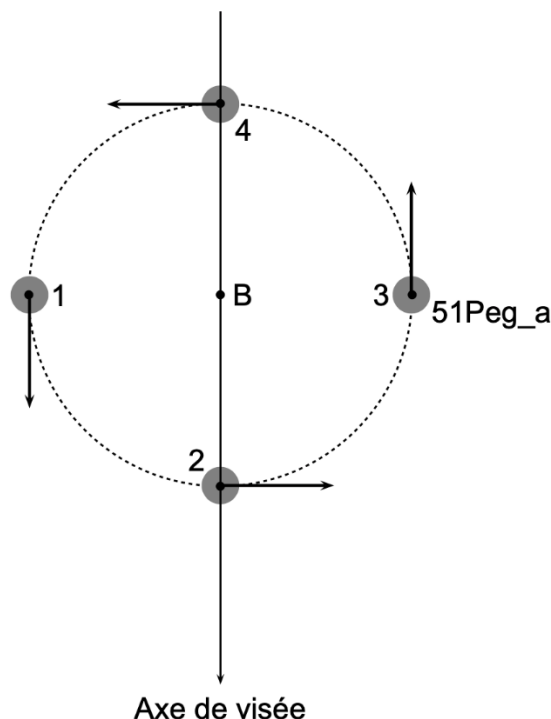
En 2019, Michel Mayor et Didier Queloz obtiennent le prix Nobel pour la découverte en 1995 d'une exoplanète, nommée 51Peg\_b, orbitant autour d'une étoile de type solaire, nommée 51Peg\_a.

**Données :**

- distance entre la Terre et l'étoile 51Peg\_a :  $D_{\text{Terre-51Peg}_a} = 4,53 \times 10^{17} \text{ m}$  ;
- masse de l'étoile 51Peg\_a :  $M_{51\text{Peg}_a} = 1,89 \times 10^{30} \text{ kg}$  ;
- masse du Soleil :  $M_{\text{Soleil}} = 1,989 \times 10^{30} \text{ kg}$  ;
- constante de gravitation universelle :  $G = 6,6742 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

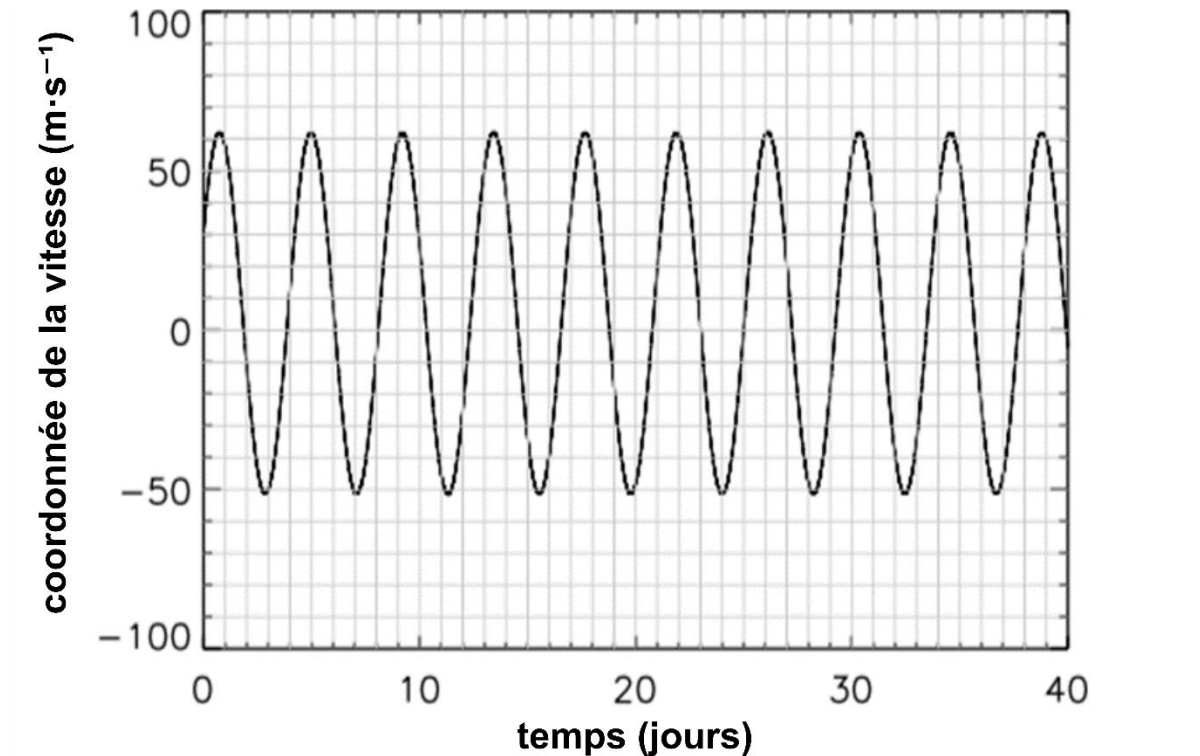
**A. Étude du système double 51Peg**

Dans le cas du système double, constitué de l'exoplanète 51Peg\_b et de son étoile 51Peg\_a, les deux astres orbitent chacun autour du centre de masse B du système double. L'étoile 51Peg\_a est animée d'un mouvement circulaire uniforme autour de B qui se manifeste par une variation de la coordonnée de son vecteur-vitesse selon l'axe de visée. Sur la figure suivante, le vecteur-vitesse de l'étoile est représenté par une flèche. Sa coordonnée selon l'axe de visée est : positive et maximale pour la position 1 ; nulle pour les positions 2 et 4 ; négative et minimale pour la position 3.



### Exercice C (au choix)

On détecte la variation de la coordonnée de ce vecteur-vitesse à travers l'effet induit sur le spectre lumineux de l'étoile. Cette coordonnée varie de façon périodique : la période correspond également à la période de révolution de l'exoplanète autour de son étoile.



Source : ufe.obspm.fr

- A.1.** Mesurer, avec le plus de précision possible, la période de révolution  $T$  de l'exoplanète 51Peg\_b autour de son étoile.

Le mouvement de 51Peg\_b autour de son étoile est un mouvement circulaire uniforme vérifiant la troisième loi de Kepler. Par application de cette loi, on montre que la valeur de la distance  $r$  séparant la planète 51Peg\_b de son étoile est égale à  $7,5 \times 10^6$  km.

- A.2.** Choisir, en argumentant, parmi les quatre expressions suivantes celle qui correspond à la troisième loi de Kepler pour la situation étudiée. L'argumentation devra s'appuyer notamment sur une analyse dimensionnelle.

$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G \cdot M_{51\text{Peg}_a}}$$

$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{G \cdot M_{51\text{Peg}_a}}{4\pi^2}$$

$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G \cdot M_{\text{Soleil}}}$$

$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2 G}{M_{51\text{Peg}_a}}$$

- A.3.** Retrouver la valeur de la distance  $r$  séparant la planète 51Peg\_b de son étoile.

Dans le système solaire, la planète Mercure est la plus proche du Soleil. Elle décrit une orbite quasi-circulaire de rayon égal à  $5,8 \times 10^7$  km en 88 jours.

- A.4.** Comparer les caractéristiques du système double constitué de l'exoplanète 51Peg\_b et son étoile 51Peg\_a à celles du système Mercure-Soleil.

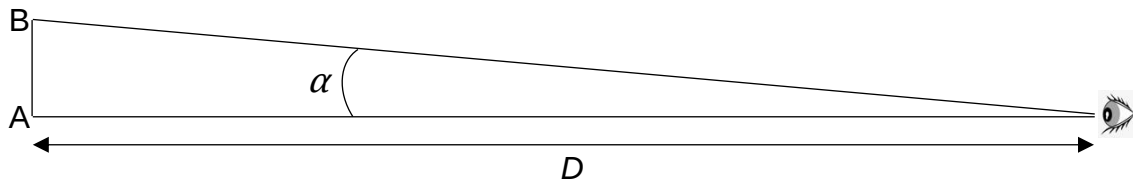
### **B. La lunette astronomique et exoplanète**

Le système exoplanétaire, constitué de l'étoile 51Peg\_a et de son exoplanète 51Peg\_b, est observé depuis la Terre.

On se pose la question de savoir s'il est possible de distinguer 51Peg\_a et 51Peg\_b à l'œil nu ou à travers une lunette pour astronome amateur.

L'œil peut distinguer deux objets si l'angle de séparation est au minimum de  $3,0 \times 10^{-4}$  rad.

*Angle de séparation entre deux objets lointains vus de la Terre*



Pour des objets lointains, comme les étoiles, l'angle  $\alpha$  qui sépare deux objets A et B vus de la Terre est donné par :  $\alpha = \frac{AB}{D}$ . L'angle est exprimé en radian.

**B.1.** Indiquer si l'on peut distinguer 51Peg\_a de 51Peg\_b à l'œil nu.

Une lunette astronomique d'amateur est constituée d'un objectif de distance focale  $f_1'$  égale à 900 mm et de plusieurs oculaires de distances focales  $f_2'$  : 6,0 mm ; 10,0 mm ; 20,0 mm.

Un schéma de cette lunette astronomique se trouve sur le **document réponse à rendre avec la copie (page 20/20)**.

**B.2.** Compléter le schéma du **document réponse à rendre avec la copie (page 20/20)**, avec le trajet de la lumière et faire apparaître l'angle  $\alpha'$  sous lequel est vu le système double quand on l'observe avec la lunette astronomique. On considère que l'étoile 51Peg\_a est dans la direction de l'axe optique des lentilles de la lunette.

**B.3.** Établir l'expression du grossissement de la lunette en fonction de la distance focale de l'objectif et de la distance focale de l'oculaire.

**B.4.** En détaillant le raisonnement, indiquer si l'on peut distinguer 51Peg\_b de son étoile à l'aide du matériel disponible.

## Exercice C – Question B.2

*Les échelles ne sont pas respectées.*

