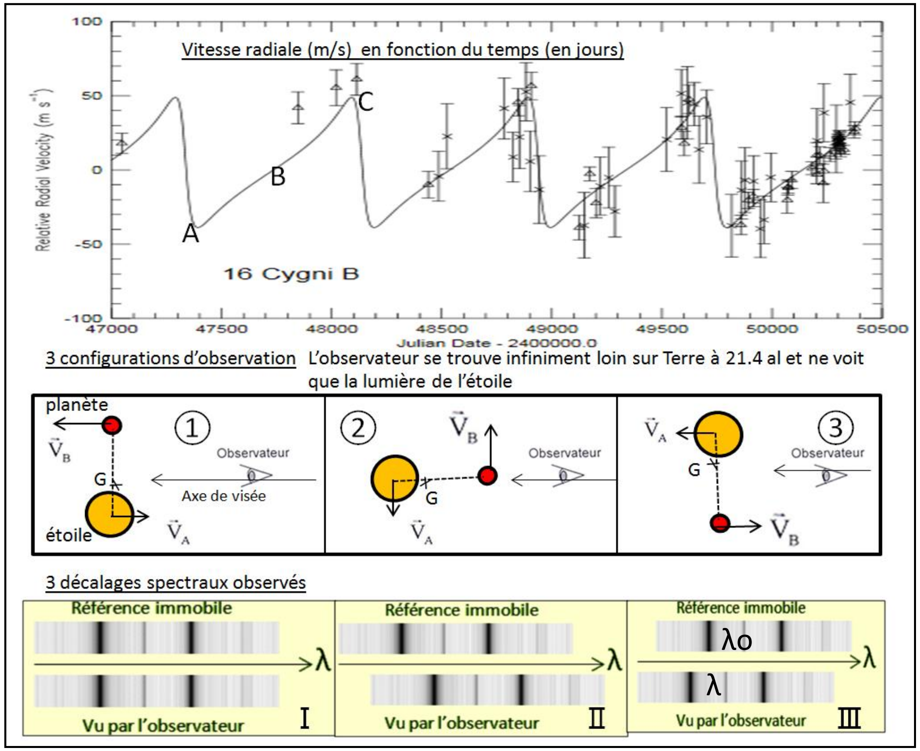
EXERCICE II : LES PLANETES DE 16 CYGNI-B

Partie A : DETECTION

1-Faire correspondre les instants A, B et C avec les 3 configurations 1, 2 et 3 et avec les 3 décalages spectraux I, II et III. Justifier pour un seul des 3 cas.



instants	configuration	décalage
A	1	III
B	2	I
C	3	II

Vitesse radiale : $Vr = c.\dfrac{\Delta\lambda}{\lambda}$

Vr est donc la projection sur l'axe de l'observateur de la vitesse V_A de l'étoile.

Exemple du cas 1 :

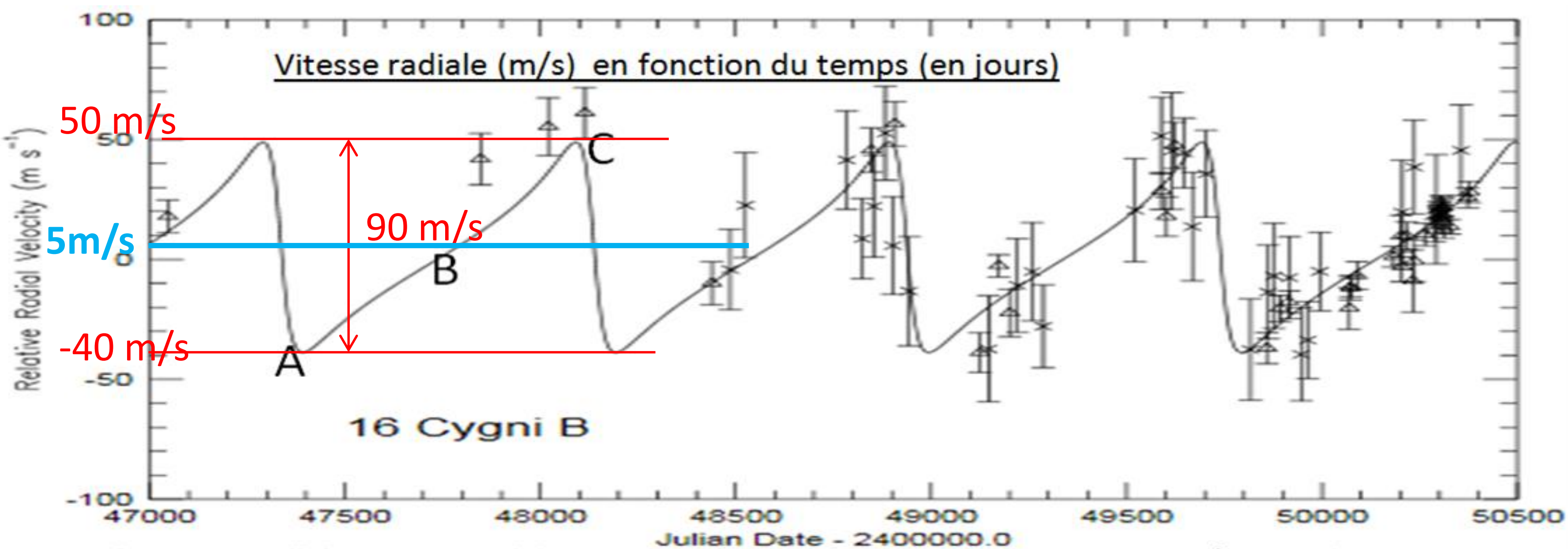
VA est dirigé vers l'observateur donc Vr<0

une vitesse radiale positive indique que l'objet s'éloigne. Une vitesse négative que l'objet se rapproche

Donc Δλ <0 , c'est donc le spectre **III** où Δλ= λ - λo <0 car λo >λ

Cela correspond à l'instant **A** où Vr est négative

2- Trouver à l'aide du graphique et de mesures la vitesse propre de l'étoile par rapport à la Terre.

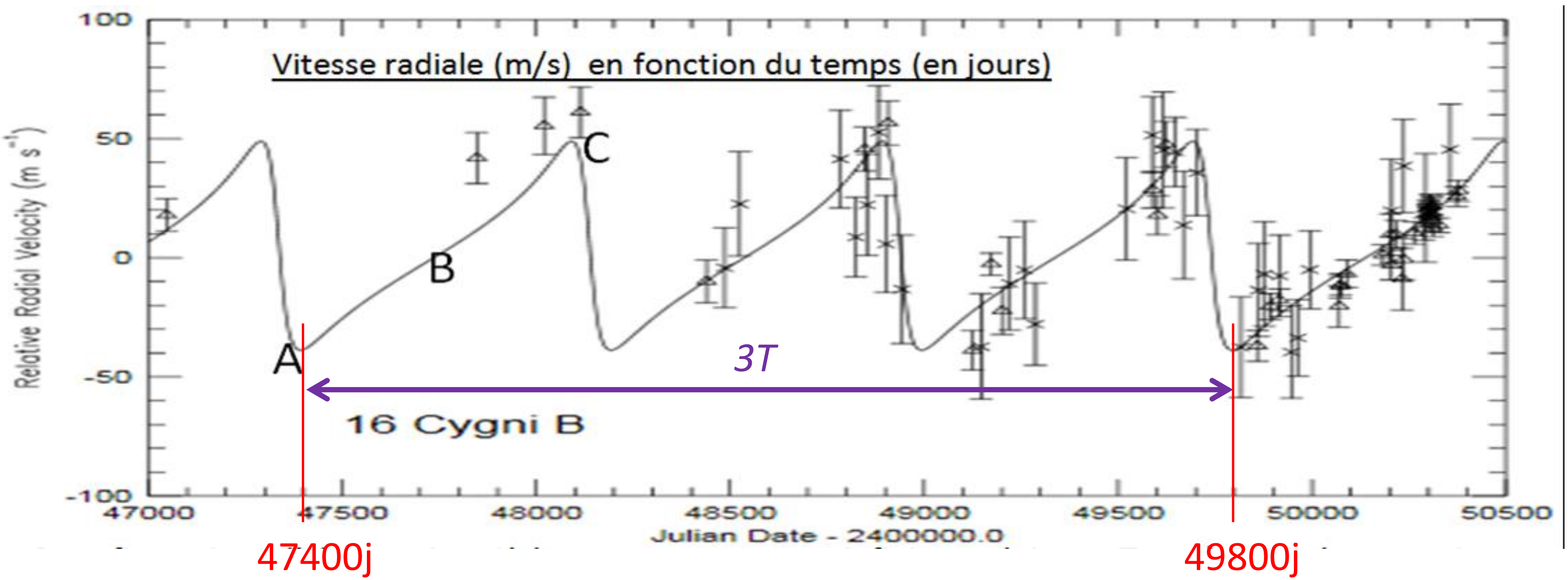


Amplitude des vr : $\frac{50+40}{2}$ = 45 m/s

Vitesse propre Vo = 50 – 45 = **5 m/s**

… La vitesse radiale de l'étoile (vitesse suivant l'axe d'observation Terre-étoile)peut alors être déterminée par cette étude. Elle est composée d'une vitesse moyenne (vitesse du système par rapport à l'observateur terrestre) à laquelle s'ajoute une perturbation qui varie périodiquement…

3- Mesurer avec le plus de précision possible la période de révolution de la planète autour de 16Cygni-B.



Période T = $\dfrac{49800\text{-}47400}{3}$ = **800 j**

4- Votre résultat est-il suffisamment précis pour se trouver dans l'intervalle estimé correct : T = 799.5 j ± 0.6 j

798.9<T< 800.1 j 800 j se trouve bien dans cet intervalle

Partie B : l'orbite de la planète géante autour de 16Cygni-B

1- Placer sur le schéma ci contre le centre de l'ellipse et les 2 foyers F1 et F2. Par une mesure, montrer que l'excentricité de l'orbite est bien d'environ 0.689. (excentricité e = c/a avec c= distance centre-foyer et a = demi-grand axe)

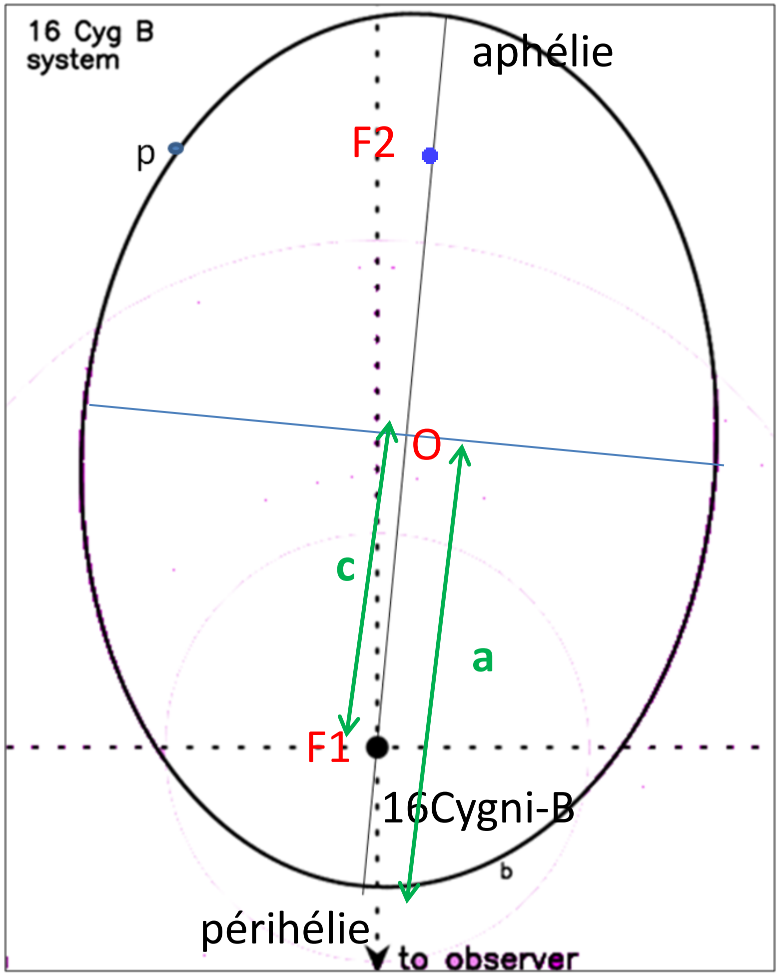
F1 et F2 symétrique par rapport au centre du grand axe

Mesures : grand- axe = 11.5 cm

Demi grand axe a = 5.75cm

C= OF_1 = 3.95 cm

Donc e = 3.95/5.75 = **0.687**



2- Sachant que a = 1.68 ua (unités astronomiques), calculer la distance de la planète au périhélie (distance la plus proche) et à l'aphélie (distance la plus éloignée de l'étoile).

C= 0.689 x 1.68 = 1.157 ua

Périhélie : 1.68- 1.157 = **0.52 ua**

Aphélie : 1.68 + 1.157 = **2.74 ua**

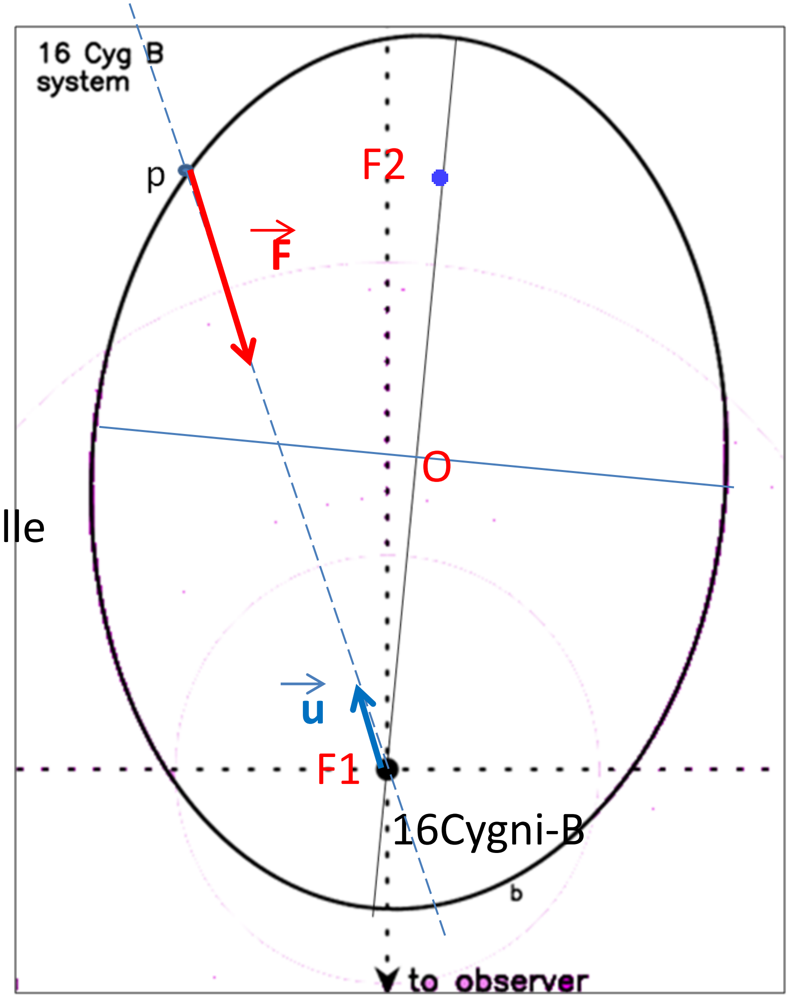
3- Comment évolue la vitesse de cette planète autour de son étoile ?

D’après la 2e loi de KEPLER, la vitesse de cette planète est maximale quand elle passe au périhélie (point le plus proche de l’étoile) Elle diminue ensuite jusqu’à l’aphélie (vitesse minimum)

4- L’expression de la force d’attraction gravitationnelle de l’étoile sur la planète est : Que représente tous les symbole de cette équation ainsi que leurs unité de mesure. Représenter cette force quand la planète se trouve en p ainsi que le vecteur u.

$$\vec{F} = -G.\frac{m.M}{r^2}.\vec{u}$$

- G : constante d’attraction universelle $G=6.674\times10^{-11}\ m^3.kg^{-1}.s^{-2}$
- m : masse de la planète (kg)
- M : masse de l’étoile (kg)
- r : distance étoile planète (m)
- u : vecteur unitaire



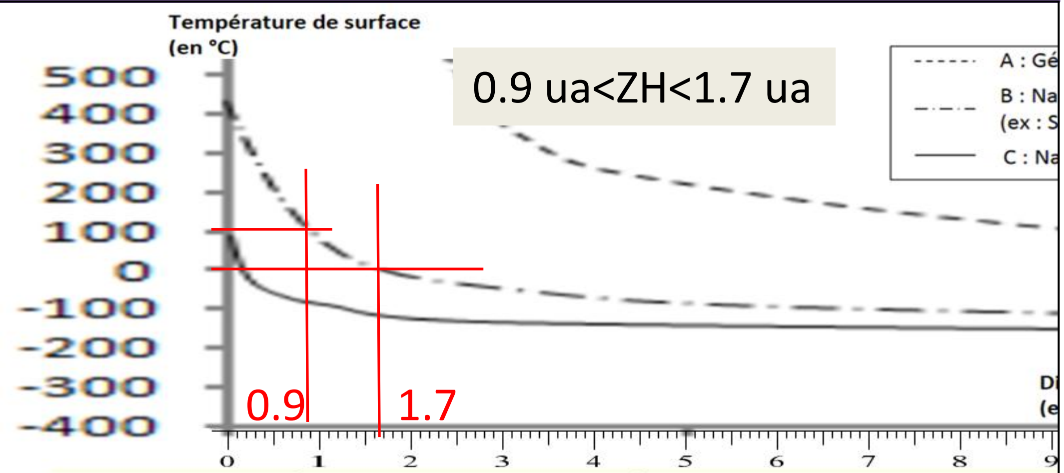
5- Calculer la masse de l'étoile 16Cygni-B en utilisant la 3eme loi de KEPLER .
Puis comparer sa masse à celle de notre Soleil Ms = 1.9891 x 10 ^{30} kg

$$\frac{a^3}{T^2} = \frac{G \times M}{4 \times \pi^2} \qquad M = \frac{a^3 x 4 x \pi^2}{G x T^2} = \frac{(1.68 x 150 x 10^9)^3 x 4 x \pi^2}{6.674 x 10^{-11} x (799.5 x 86400)^2} = 1.9838 x 10^{30}\ kg$$

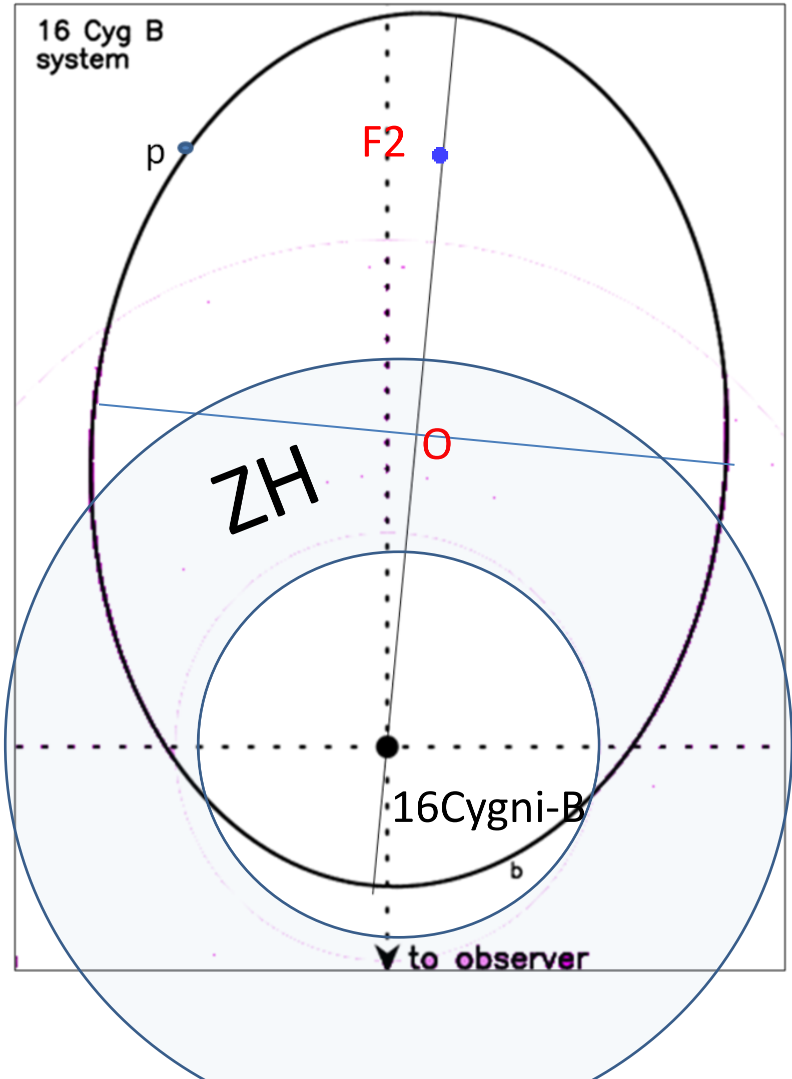
Ms = 1.9891 x 10 ^{30} kg.

M(étoile)≈M(Soleil)

6- La zone habitable d'une étoile est en gros la zone où le rayonnement de l'étoile permet à l'eau de rester liquide sur une planète. On estime que la luminosité de l'étoile 16Cygni-B est comparable à celle du Soleil. A l'aide du graphique suivant estimer les limites de la zone habitable de cette étoile et représenter approximativement cette zone habitable sur le schéma ci-dessus. La planète est-elle dans la zone habitable de l'étoile ?



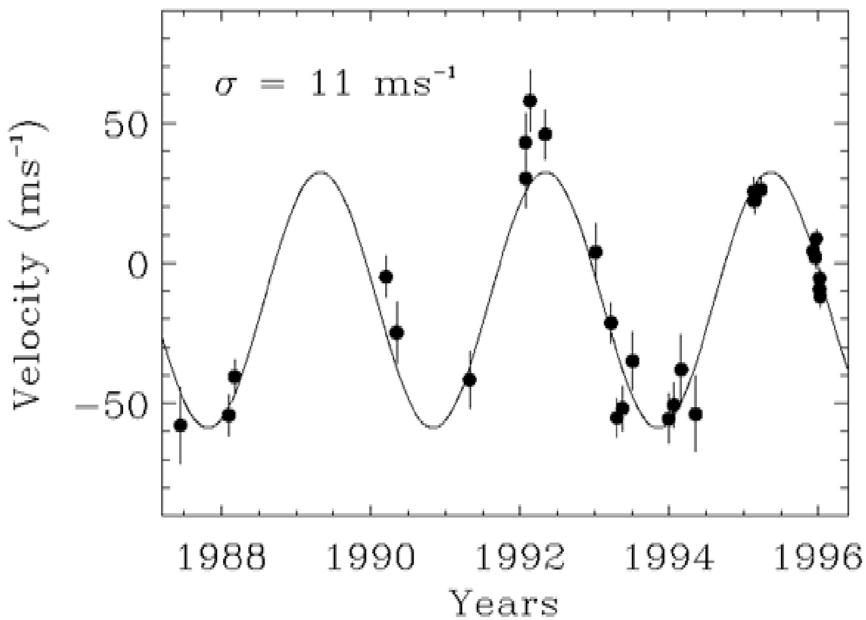
Evolution des températures de surface des planètes (en °C) en fonction de leur dis



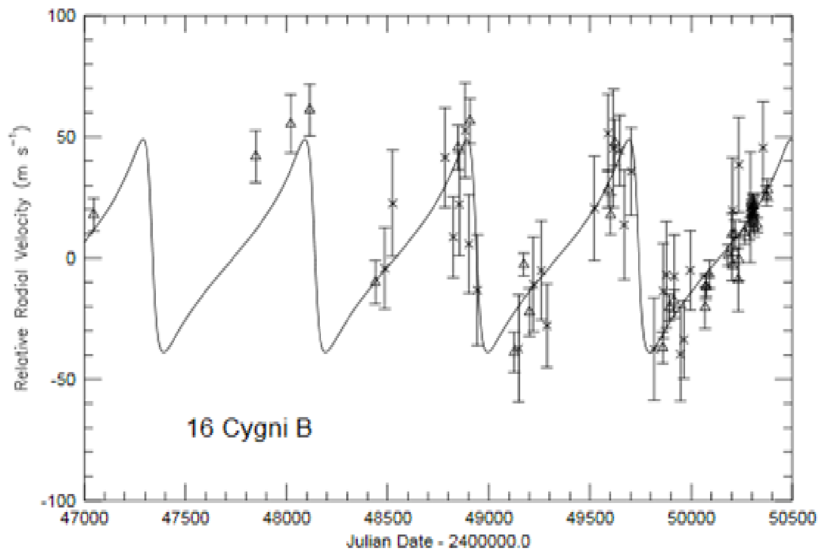
La planète passe donc une partie de son orbite dans la zone habitable.

7- En quelques mots expliquer pourquoi la courbe de détection des vitesses radiales n’était pas sinusoïdale comme dans la plupart des cas ?

Orbite circulaire à vitesse constante



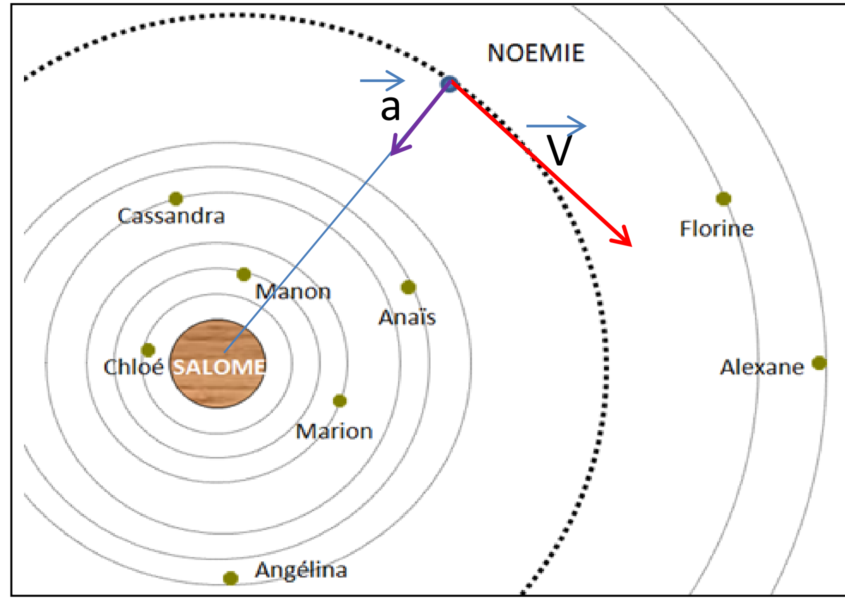
Orbite elliptique à vitesse variable



Partie C : NOEMIE et SALOME

Représenter sur le schéma de droite ci-dessus le vecteur accélération et le vecteur vitesse de la planète NOEMIE. La rotation se fait dans le sens des aiguilles d'une montre..
Montrer que le mouvement de NOEMIE autour de SALOME est uniforme et montrer que l'expression de la vitesse de NOEMIE est

$$V = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$



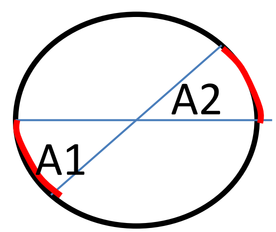
$$\begin{cases} \vec{F} = -G \cdot \dfrac{m \cdot M}{r^2} \cdot \vec{u} \\ \vec{F} = m\,\vec{a} \end{cases}$$

$$\vec{a} = \frac{GM}{r^2}\,\vec{u}$$

$\vec{a}$ perpendiculaire à v donc par d'accélération dans la direction de $\vec{v}$ (donc valeur de v = constante)

ou

Loi des aires de KEPLER :

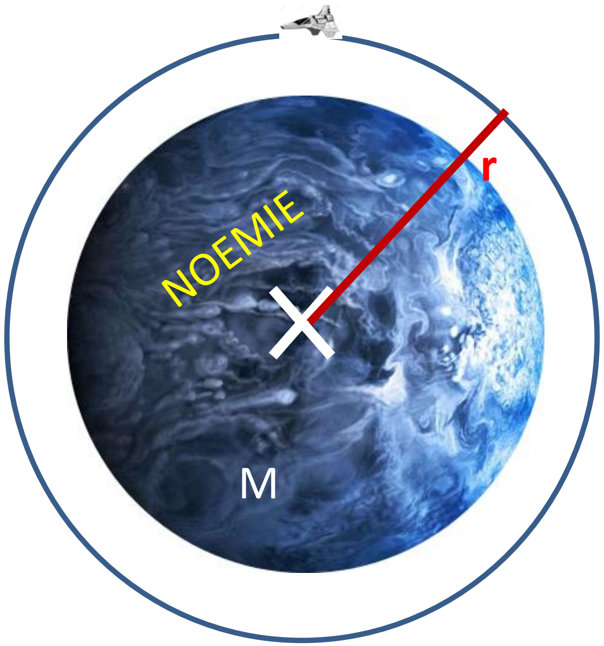


Le rayon vecteur NOEMIE-SALOME parcourt des aires égales en des temps égaux.

$$\left.\begin{array}{l} a = \dfrac{GM}{r^2} \\ a = \dfrac{V^2}{r} \end{array}\right\} \Rightarrow V^2 = \frac{GM}{r} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

(mouvement circulaire)

2- Une navette est en orbite circulaire autour de la planète NOEMIE à une altitude z= 550 km. Sa vitesse orbitale est v=7,10 km/s par rapport au centre de NOEMIE. Trouver la masse Mn de la planète NOEMIE sachant que son rayon Rn est estimé à 5900 km

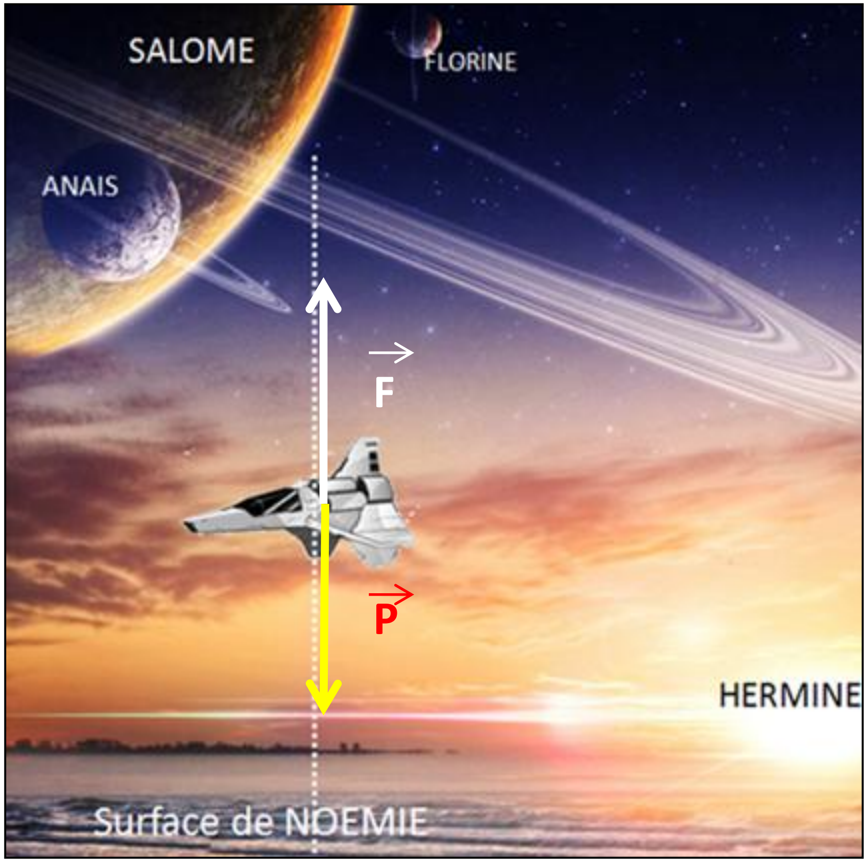


$$r = R + z = 5900 + 550 = 6450 \text{ km} = 6.45\text{x}10^{6} \text{ m}$$

$$V = \sqrt{\frac{GM}{r}} \Rightarrow V^2 = \frac{GM}{r}$$

$$M = \frac{V^2.r}{G} = \frac{7100^2 \text{ x } 6.45\text{x}10^6}{6.674 \text{ x } 10^{-11}} = \mathbf{4.87 \text{ x } 10^{24} \text{ kg}}$$

3- La navette de masse m= $7.53\text{x}10^3$ kg est en phase finale de sa descente sur NOEMIE (voir schéma ci-dessus à gauche) Grace à ses rétrofusées sa descente se fait verticalement à la vitesse constante v= 0.5 m/s. Les rétrofusées développent une force de $6.43\text{x}10^4$ N. Grace à une des lois de NEWTON, trouver la valeur de l’accélération de la pesanteur sur NOEMIE.



2 forces appliquées :

F : action des rétrofusées, vertical, vers le haut

$F = 6.43 \times 10^4$ N

P : action de Noémie (poids) , vertical vers le bas : $P = m.g_{(noemie)}$

Mouvement rectiligne uniforme donc la somme des forces est nulle :

$$\vec{P} + \vec{F} = \vec{0}$$

1^{e} loi de NEWTON (principe d'inertie

Donc $F = P = m.g_{(noemie)}$

$$g_{(noemie)} = \frac{F}{m} = \frac{6.43 \times 10^4}{7.53 \times 10^3} = \mathbf{8.67\ m/s^2}$$

Remarque : Noemie est un peu plus petite que la Terre

	masse	Rayon	g
TERRE	5.98×10^{24}	6400 km	9.81 m/s²
NOEMIE	4.87×10^{24}	5900 km	8.67 m/s²