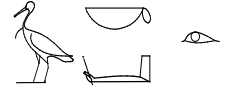


# THÈME UNIVERS

## PHYSIQUE

### exercice : **EXOPLANÈTES**

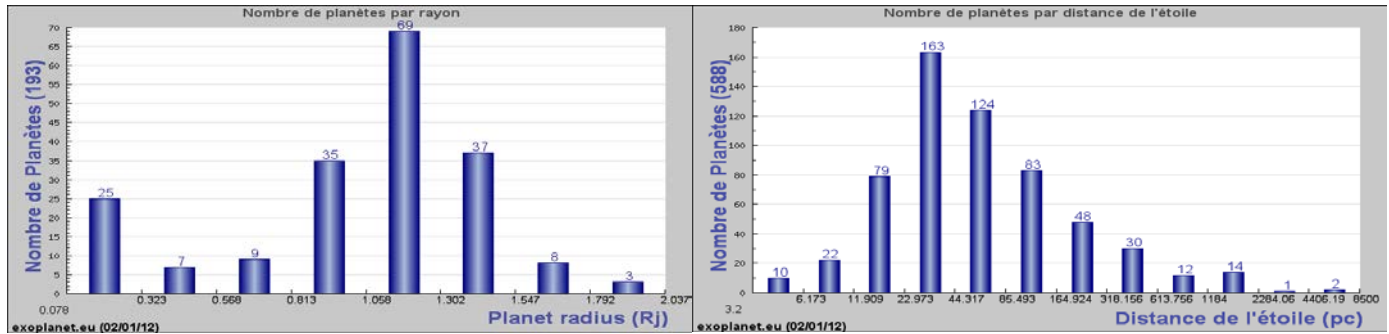


Au 12 décembre 2011 on recense: 708 exoplanètes. 527 systèmes planétaires dont 76 multiples. La plupart des exoplanètes découvertes à ce jour orbitent autour d'étoiles situées à moins de 400 années-lumière du système solaire.

#### 1- Lectures graphiques

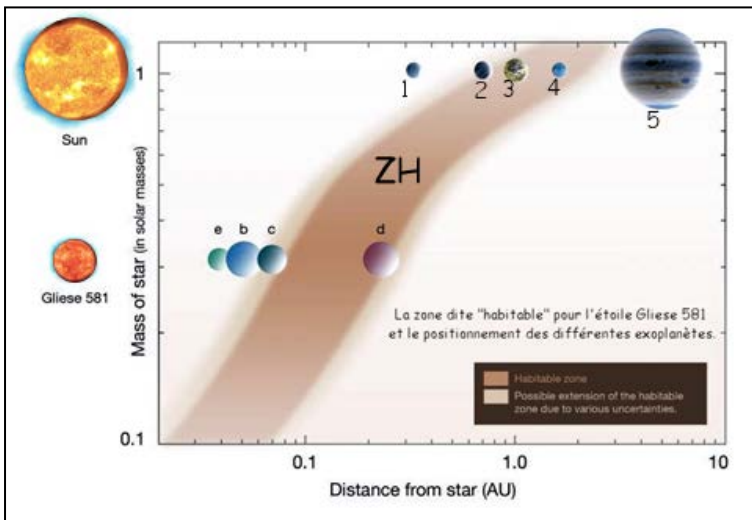
Le premier histogramme donne le nombre d'exoplanètes par rapport à leur rayon ( abscisse Planète radius  $R_j$  = rayon de la planète en rayon de Jupiter= 71000 km). Le 2<sup>e</sup> histogramme donne le nombre d'étoiles où l'on a détecté des planètes en fonction de leur distance au système solaire ( abscisse en parsec (pc) 1 pc = 3.26 al)

- Dans quel intervalle de Rayon (en  $R_j$  puis en km) trouve-t-on le plus grand nombre d'exoplanètes.
- Combien d'exoplanètes ont une taille inférieure à celle de Jupiter ?
- Combien d'exoplanètes ont une taille comparable à la Terre ?
- Combien de systèmes planétaires a-t-on découvert jusqu'à présent à moins de 50 al.



#### 2- Une planète habitable à vingt années-lumière de la Terre

Gliese 581 est une étoile naine rouge située dans la constellation de la Balance à 20,5 années-lumière du système solaire. Il s'agissait en janvier 2009 de la 87<sup>e</sup> plus proche étoile connue. Six exoplanètes ont été détectées autour de Gliese 581, dont deux, Gliese 581 c et Gliese 581 d sont les premières exoplanètes à avoir été trouvées dans la zone habitable de son étoile



remarque :

- En astronomie, une zone habitable (ZH) est une région de l'espace où les conditions sont favorables à l'apparition de la vie (telle que l'on la connaît).
- Sur ce graphique, l'axe horizontal représente la distance des planètes à l'étoile. Il est gradué en unités astronomiques (ua) en anglais astronomy unit (au). L'échelle utilisée n'est pas linéaire mais logarithmique.
- Sont représentés : quelques planètes du système solaire et quelques planètes du système de Gliese 581
- L'axe vertical permet de comparer la masse de l'étoile Gliese 581 avec le Soleil

Caractéristiques des planètes du système Gliese 581

| Planète                      | Masse ( $M_T$ ) <sup>13</sup> | Période orbitale (d) | Demi-grand axe (ua) |
|------------------------------|-------------------------------|----------------------|---------------------|
| Gliese 581 b                 | 15,65                         | 5,3687               |                     |
| Gliese 581 c                 | 5,36                          | 12,929               |                     |
| Gliese 581 d                 | 7,09                          | 66,8                 |                     |
| Gliese 581 e                 | 1,94                          | 3,1494               |                     |
| Gliese 581 f (non confirmée) | 7,31                          |                      | 0,758               |
| Gliese 581 g (non confirmée) | 3,17                          |                      | 0,146               |

a- Par définition 1 ua = distance Terre/Soleil = 149.6 Mkm. Identifier les 4 planètes (1, 2, 3, 4) du système solaire et indiquer leur distances au Soleil en ua.

Quelles sont les planètes du système solaire dans la zone habitable du Soleil ?

b- Compléter les distances manquantes dans le tableau et dessiner sur le graphe les 2 planètes non représentées

c- Identifier les planètes de Gliese à l'aide des renseignements suivants :

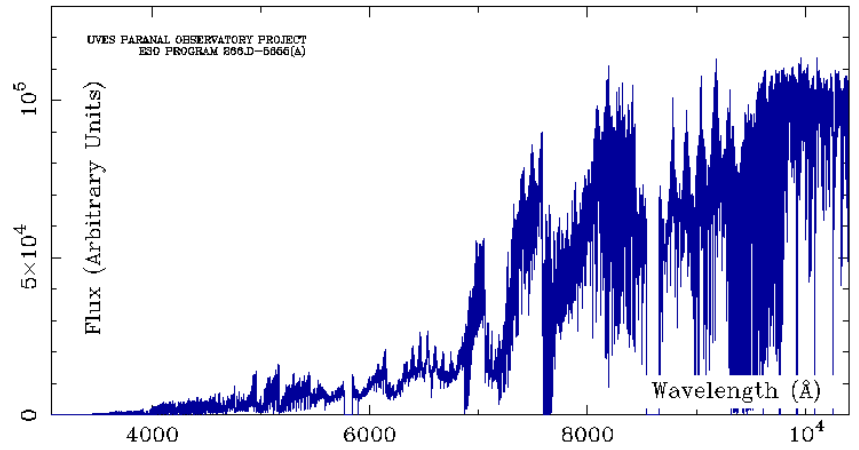
➤ P1 : Avec une masse d'environ deux masses terrestres, elle est, au moment de son annonce le 21 avril 2009, la

plus petite exoplanète connue orbitant autour d'une étoile

- P2 : Elle est, en avril 2009, la première planète considérée comme potentiellement habitable.
- P3 : Depuis 2009, une autre planète était suspectée autour de Gliese 581. Elle a été confirmée le 29 septembre 2010 en même temps que Gliese 581 g.
- P4 : C'est une planète de masse comparable à Neptune ( $M(\text{Neptune}) = 102,43 \times 10^{24}$  kg;  $M(\text{terre}) = 5,97 \times 10^{24}$  kg)
- P5 : C'est l'exoplanète possédant la plus haute probabilité d'abriter des formes de vie.

- P6 : Son rayon était environ 2 fois plus grand que la Terre. La gravité à sa surface est similaire à celle à la surface de notre planète. Elle est 14 fois plus proche que l'est la Terre du Soleil. On pense que c'est une planète tellurique, éventuellement recouverte d'océans.

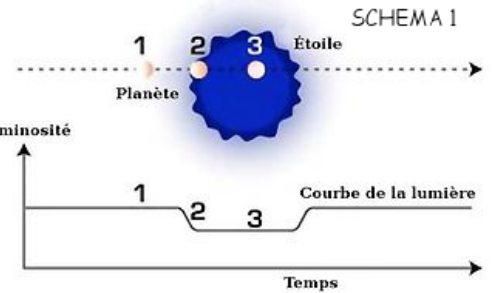
- d- Dans le tableau, il manque 2 périodes orbitales, celle de f et g. Elles sont pour l'une ou l'autre de 433 jours et de 36.652 j (d = day). Identifier à quelles planètes correspondent ces périodes de révolutions.
- e- Comment savoir si la température de Gliese est plus grande que celle du Soleil ?
- f- Quelle est la masse de l'étoile Gliese.
- g- Le graphe ci-contre indique l'intensité de la lumière émise par Gliese 581 en fonction de la longueur d'onde indiquée en Å (1 Å = 10<sup>-10</sup> m). Indiquer sur le graphe les limites du visible et des 3 bandes Rouge Vert et Bleu. De quelle



couleur apparaît cette étoile ?

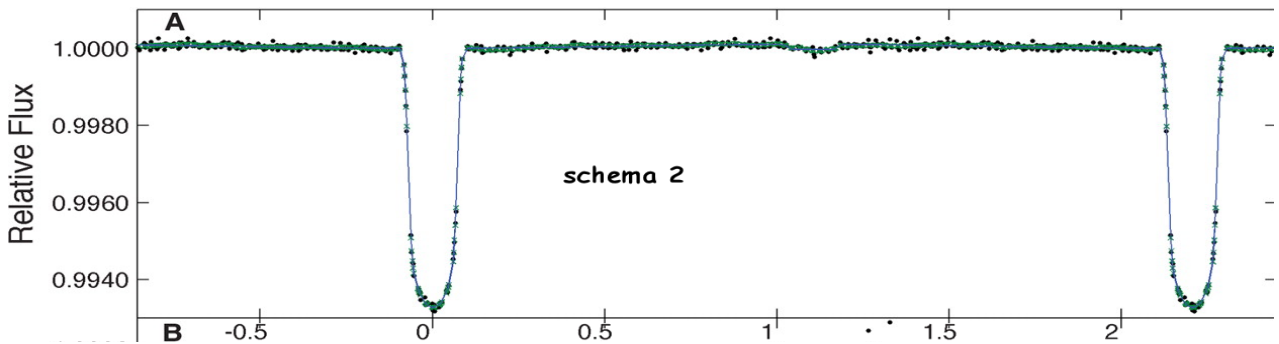
### 3- DETECTION D'EXOPLANETES

La méthode des transits est une méthode de détection indirecte basée sur l'étude de la luminosité de l'étoile. En effet, si celle-ci varie périodiquement cela peut provenir du fait qu'une planète passe devant. (Voir schéma 1).



- 1- Le schéma 2 montre la courbe de lumière de l'étoile GSC 03547-01402 autour de laquelle tourne la planète Kepler 2-b (intensité relative lumineuse de l'étoile en fonction du temps en jours)

- a) Quel pourcentage de lumière manque quand la planète passe devant l'étoile ?
- b) Trouver la période de révolution de la planète.



- 2- Sur le schéma 3 est indiquée la courbe de lumière d'une autre étoile pendant 100 jours.

- a) Comment a-t-on pu déduire de cette courbe de lumière que 3 planètes orbitaient autour de cette étoile ?
- b) Mesurer les périodes de révolution Ta, Tb, et Tc de ces 3 planètes.
- c) Comment peut-on savoir quelle planète est la plus grosse a, b ou c ?
- d) Faire correspondre a b et c aux planètes du schéma P1 ; P2 et P3.
- e) Cette méthode de détection par transit peut-elle être appliquée à tous les systèmes planétaires observés ?

