

**FICHE 1****Fiche à destination des enseignants****1°S 13  
Exoplanète**

<b>Type d'activité</b>	<i>Activité documentaire</i> <i>Paragraphe argumenté</i>	
	<b>Notions et contenus du programme de Première S</b>  <b>Champ et forces</b> Loi de la gravitation ; champ de gravitation. Lien entre le champ de gravitation et le champ de pesanteur.	<b>Compétences exigibles du programme de première S</b>  Connaître les caractéristiques du champ de pesanteur local.
	<b>Compétences d'après le préambule du cycle terminal</b> <b>Démarche scientifique</b> Mettre en œuvre un raisonnement. Mobiliser ses connaissances. Maîtriser les compétences mathématiques de base.	
<b>Commentaires sur l'activité proposée</b>	Cette activité illustre le thème  « <b>COMPRENDRE</b> » <b>Champs et forces</b>  en classe de première S.	
	Durée : 1 h 00	
<b>Pré requis (seconde)</b>	Interaction gravitationnelle.	

## Fiche 2

### Fiche à destination des élèves

## 1°S 13 Exoplanète

A l'aide des différents documents, rédiger un paragraphe argumenté permettant de répondre à la question :

**Une vie extraterrestre est-elle envisageable sur l'exoplanète Gliese 581d ?**

Vos arguments devront s'appuyer sur trois critères pouvant inclure des données numériques.

### Document 1 : La magnétosphère

La magnétosphère est un phénomène dû à l'activité dans le noyau externe d'une planète ou d'une étoile.

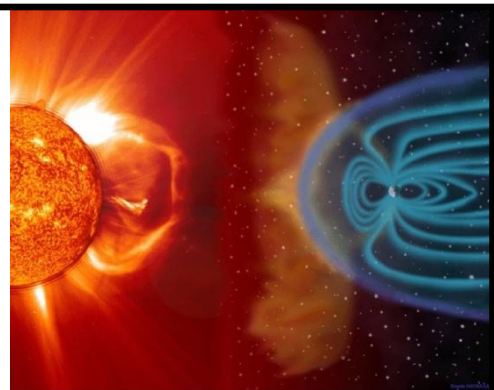
Le champ magnétique terrestre est généré par des mouvements de convection dans le noyau, composé à 90% de fer liquide, et qui se comporte comme une gigantesque dynamo.

Ces mouvements sont générés par le refroidissement progressif du noyau et de la graine, (solide) située au centre de la Terre. Une petite partie du champ magnétique terrestre provient des roches aimantées présentes dans la croûte terrestre et de courants électriques situés dans l'ionosphère (vers 100 km d'altitude) et la magnétosphère (à plusieurs milliers de km de la Terre).

Une planète n'ayant pas d'activité sismique et volcanique ne peut donc pas posséder de magnétosphère ; c'est le cas de Mars dont le noyau s'est refroidi trop rapidement, ce qui a entraîné la disparition de sa magnétosphère.

D'autres planètes du système solaire, dont la Terre, possèdent une magnétosphère. Du fait de sa charge électromagnétique, la magnétosphère protège les planètes contre les particules chargées venant de l'espace, et notamment du vent stellaire. Le vent stellaire est un plasma, sorte de « soupe » d'électrons libres et de noyaux atomiques, constitué majoritairement d'ions  $H^+$  et d'électrons excités. Le soleil émet chaque seconde 106 tonnes de vent solaire à la vitesse moyenne de  $450 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$ . Les particules de vent stellaire arrivent à la surface de la magnétosphère, puis sont ralenties et déviées par le champ magnétique, dans une zone appelée magnétogaine.

Or, les particules de vent stellaire sont très nocives pour le développement d'une vie primitive. De manière générale, on peut affirmer que, pour qu'une forme de vie en surface puisse se développer, il est donc essentiel qu'une planète possède une magnétosphère.



### Document 2 : Intensité du champ de pesanteur (gravité)

La masse de la planète doit d'abord être suffisante pour que la gravité soit en mesure de retenir des éléments légers comme le carbone ou l'oxygène. La planète doit aussi contenir suffisamment de matière radioactive pour pouvoir libérer de l'énergie pendant des milliards d'années. Cette énergie est cruciale pour soutenir un volcanisme et une tectonique des plaques qui sont probablement des facteurs essentiels. C'est ainsi qu'à cause de sa masse trop faible, Mars s'est refroidi trop vite et s'est transformée en un monde sans activité géologique notable.

La masse de la planète ne doit pas non plus être trop grande. Pour les planètes géantes du système solaire, Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune, la gravité est si forte qu'aucun élément chimique n'a pu s'échapper. Ces planètes sont ainsi constituées essentiellement d'hydrogène et d'hélium, un environnement qualifié de réducteur qui empêche la formation des molécules de la vie. Le champ de pesanteur à la surface d'une planète doit donc être du même ordre de grandeur que celui de la Terre pour permettre l'apparition d'une atmosphère favorable à la vie.

### Document 3 : Zone habitable

La zone habitable (HZ en anglais) est un domaine théorique à proximité d'une étoile au sein duquel toutes les planètes présentes pourraient disposer d'eau liquide à leur surface. Après l'existence d'une source d'énergie, l'eau liquide est considérée comme l'élément le plus important pour la vie, en grande partie en raison du rôle qu'elle joue sur Terre. Il est possible que cela ne soit que le reflet d'un biais dû à la dépendance à l'eau des espèces terrestres. Si des formes de vie étaient découvertes sur des planètes dont l'eau est absente (par exemple, dans de l'ammoniac), la notion de zone habitable devrait être profondément révisée et même entièrement écartée car trop restrictive.

### Document 4 : Les exoplanètes

En dehors de notre système solaire, il existe d'autres planètes qui tournent autour d'une étoile : les exoplanètes. La première d'entre elles a été découverte il y a seulement quinze ans. Jusqu'en 1995, nous ne connaissions que les neuf planètes (huit depuis 2006, date à laquelle Pluton est sorti de cette classification) de notre système solaire.

Mais cette année-là, bingo, une équipe suisse découvre "Pégase 51". Elle tourne autour de son étoile, comme la Terre autour du Soleil. Sauf qu'elle se trouve très loin de chez nous : à quelque 42 années-lumière, soit 42 fois 10 000 milliards de kilomètres, de notre soleil ! C'est une exoplanète, autrement dit, une planète hors de notre système solaire. Depuis cette première découverte, le perfectionnement des instruments a permis d'en détecter plus de 350.

Grandes ou petites, de masses plus ou moins importantes, il existe désormais tout un catalogue d'exoplanètes.

### Document 5 : Gliese 581d

L'exoplanète Gliese 581d, découverte en 2007 dans le système planétaire de l'étoile Gliese 581, pourrait être propice à la vie telle que nous la connaissons sur Terre, selon une équipe du Laboratoire de météorologie dynamique de l'Institut Pierre-Simon Laplace à Paris qui ont démontré que si l'atmosphère était composée essentiellement de CO<sub>2</sub>, elle pourrait retenir assez de chaleur pour retenir des nuages, des pluies et des océans. Elle se situe dans la zone habitable de l'étoile Gliese 581, une naine rouge située à 20,3 années-lumière de la Terre. On ne sait pas encore si cette exoplanète dispose d'une activité sismique et volcanique.

### Document 6 : Données comparées de Gliese 581 d et de la Terre

planète	Rayon (m)	Masse (kg)	Intensité du champ de pesanteur (N/kg)
Terre	$6,37 \cdot 10^6$	$5,97 \cdot 10^{24}$	9,81
Gliese 581d	$1,96 \times R_{Terre}$	$5,6 \times M_{Terre}$	

### Rappels

Tout objet de masse  $m$  placé à la surface d'une planète subit une force  $\vec{P}$  appelée poids qui est donné par la formule  $\vec{P} = m \times \vec{g}$  ou  $\vec{g}$  est le champ de pesanteur.

Deux corps ponctuels A et B de masse  $m_A$  et  $m_B$  et séparés d'une distance AB exercent l'un sur l'autre des forces gravitationnelles de même valeur (exprimée en N) :

$$F = G \cdot \frac{m_A \cdot m_B}{AB^2}$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{kg}^{-2} \cdot \text{m}^2$$

### FICHE 3

### Fiche à destination des enseignants. Correction et éléments d'évaluation.

#### 1°S 13

COMPETENCE		A	B	C	D
S'APPROPRIER	3 critères présents : <ul style="list-style-type: none"> <li>Eau liquide / zone d'habitabilité</li> <li>Champ de pesanteur proche de celui de la Terre / atmosphère</li> <li>Magnétosphère / activité sismique volcanique</li> </ul>				
ANALYSER	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gliese 581d est dans la zone habitable de l'étoile Gliese 581 (présence d'eau)</li> <li>Gliese 581d possède une atmosphère. (A confirmer par le calcul du champ de pesanteur).</li> </ul>				
REALISER	Le calcul du champ de pesanteur : <ul style="list-style-type: none"> <li>Expression littérale</li> <li>Calcul</li> <li>Résultat avec unité et chiffres significatifs cohérents</li> </ul>				
VALIDER	Il faudrait connaître la présence ou non d'une magnétosphère afin de conclure, même si les autres éléments sont favorables à l'habitabilité de la planète.				
COMMUNIQUER	Rédaction				

#### Eléments de correction :

Une exoplanète est une planète située à l'extérieur du système solaire. Devant le nombre impressionnant de galaxies, et donc de systèmes d'étoiles présents dans l'Univers, il est fort probable que d'autres planètes que la Terre soient propices à la vie.

Pour cela une exoplanète doit remplir un certain nombre de critères. Elle doit pouvoir contenir de l'**eau liquide** ce qui revient à être située dans la **zone d'habitabilité** autour de l'étoile, avoir un **champ de pesanteur proche de celui de la Terre** afin de permettre l'apparition d'une **atmosphère** favorable à la vie et enfin disposer d'une **magnétosphère** permettant de protéger l'exoplanète des vents stellaires.

L'exoplanète Gliese 581 D est dans la zone habitable de l'étoile Gliese 581, elle réunit donc les conditions nécessaires à la présence d'eau liquide. De plus, son champ de pesanteur (voir calcul) est très proche de celui de la Terre, elle peut donc retenir une atmosphère propice à la vie, comme le notifie le document 5.

Toutefois, nous n'avons aucune information concernant une éventuelle activité sismique et volcanique de cette exoplanète, nous ne savons donc pas si elle dispose d'une magnétosphère. Il faudra donc obtenir des informations dans ce sens afin de savoir si Gliese 581d est habitable et un berceau possible d'une vie extraterrestre.

#### Calcul du champ de pesanteur de Gliese 581d:

A la surface de Gliese 581d, le poids d'un objet de masse  $m$  est égal à la force d'attraction gravitationnelle exercée par Gliese 581 d sur cet objet.

$$P_G = F_{G/o}$$

$$m \times g_G = G \times \frac{m \times m_G}{R_G^2}$$

$$g_G = G \times \frac{5,6 \times M_{Terre}}{(1,96 \times R_{Terre})^2}$$

$$g_G = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{5,6 \times 5,97 \times 10^{24}}{(1,96 \times 6,37 \times 10^6)^2} = 14 \text{ N/kg}$$