

La recherche de la vie en dehors de notre système solaire

Activité 4 : le concept de zone habitable

La recherche de la vie extraterrestre repose en partie sur le concept (représentation) de zone habitable.

Une **zone habitable** (ZH en abrégé) est, en astronomie et en exobiologie, une région de l'espace où les conditions sont favorables à l'apparition de la vie telle que nous la connaissons sur Terre.

Nous avons vu (Voir activités 1 et 2) que cette région abriterait notamment de l'eau à l'état liquide.

La localisation de cette zone habitable varie en fonction du type d'étoile présent dans un système solaire. Il existe 7 types d'étoiles mais la vie n'est envisagée dans les planètes des alentours des classes d'étoiles A, F, B, K et M.

Objectifs :

- ⇒ Délimitation des zones habitables dans les systèmes solaires
- ⇒ Application possible du concept de zone habitable

Capacités et attitudes : Compléter un graphique pour l'utiliser

A : DELIMITATION DES ZONES HABITABLES DANS LES SYSTEMES SOLAIRES

Consignes :

① - A l'aide des ressources 1 et 2, **calculez** à quelle **distance** de l'étoile doit se trouver la **zone habitable** de **notre système solaire** et celle d'une étoile de type O.

⇒ Reporter ces valeurs dans le tableau de la ressource 2.

- **Représentez** votre travail sur le **graphique** de la ressource 3.

⇒ Reliez les points pour construire la courbe représentant l'évolution de la localisation de la ZH en fonction du type d'étoile.

Vous avez en réalité calculé la distance par rapport à l'étoile du **centre de la ZH** (dont la largeur est proportionnelle à la luminosité de l'étoile).

⇒ **Surlignez votre tracé** pour représenter la **zone habitable des systèmes solaires** en **fonction du type d'étoile**.

② - Commentez le graphique pour **expliquer** la **localisation de la zone habitable** dans les différents cas ?

Ressource 1 : Méthode de calcul de la distance par rapport à l'étoile de la zone habitable

On peut calculer la position de cette zone d'habitabilité pour chaque étoile grâce à l'équation suivante :

$$d = \sqrt{\frac{L_{\text{étoile}}}{L_{\text{Soleil}}}} \times d_{\text{T-S}} \quad (\text{en UA})$$

où :

- d est la position de la zone d'habitabilité en unités astronomiques (UA),
- $L_{\text{étoile}}$ est la luminosité de l'étoile et L_{Soleil} est la luminosité du Soleil
- $d_{\text{T-S}}$ est la distance Terre Soleil = **1 UA** (unité astronomique)

Remarque : 1 UA = 150 millions de km

Ressource 2 : Caractéristiques associées aux différents types d'étoiles

Classe de l'étoile	Température (en Kelvin)	Couleur	Luminosité par rapport au Soleil	Distance de la zone habitable par rapport à l'étoile (en UA)
O	> 25 000 K	bleue	100 000	
B	10 000 - 25 000 K	bleue-blanche	1 000	31
A	7 500 - 10 000 K	blanche	20	4,47
F	6 000 - 7 500 K	jaune-blanche	4	2
G	5 000 - 6 000 K	jaune (comme le Soleil)	1
K	3 500 - 5 000 K	jaune-orange	0,2	0,44
M	< 3 500 K	rouge	0,01	0,1

Propriétés des différentes classes d'étoiles et conséquences sur la localisation de la ZH

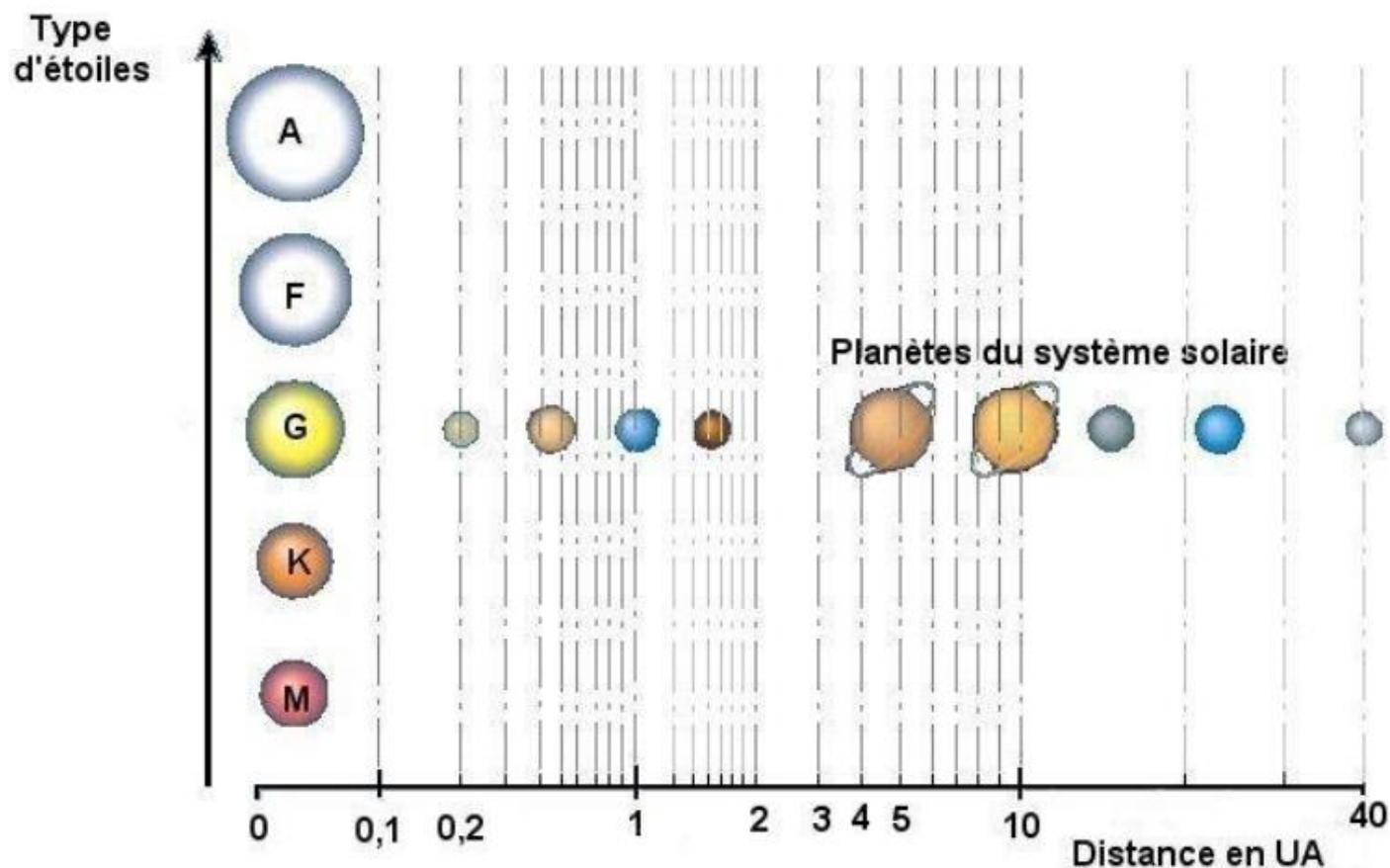
Remarque : Le kelvin est une unité de mesure de la température

$$T_K = T_C + 273,15$$

avec : T_K = température en kelvin (K)

et T_C = température en degrés Celsius (°C)

Ressource 3 : Graphique permettant de représenter la localisation de la ZH en fonction du type d'étoile



Remarque : l'échelle utilisée en abscisses est logarithmique

Une échelle logarithmique est un système de graduation qui permet de rendre accessible une large gamme de valeurs sur un petit espace.

B : APPLICATION DU CONCEPT DE ZONE HABITABLE

À partir des données du télescope spatial *Kepler* « chasseur d'exoplanètes* », le directeur de la mission *Kepler* William Borucki et ses collègues ont identifié un système solaire Kepler 62 situé à 1 200 années-lumière de nous dans la constellation de la Lyre.

* Une exoplanète est située en dehors de notre système solaire.

Le principe de détection du télescope *Kepler* est celui du « transit » :

Lorsqu'une planète passe devant son étoile, elle occulte une partie de sa lumière (Voir cours de Physique). Le télescope enregistre ces baisses de luminosité et les astrophysiciens en extraient diverses informations : le nombre de planètes en orbite autour de l'étoile, leur taille et leur période de révolution.

Autour de Kepler-62, ce ne sont pas moins de cinq planètes qui ont été recensées : Kepler 62 b, c, d, e et f qui tournent autour de Kepler 62 a une naine orange (étoile de type K).

Problème : Pourquoi Kepler 62 est-il considéré par les astrophysiciens comme potentiellement habitable ?

Capacités et attitudes : Recenser, extraire et organiser des informations – Utiliser un logiciel de visualisation

Consignes

① A l'aide du texte introductif, de la **ressource 1** et du **graphique** précédent, **déterminez** quelle(s) **planète(s)** du système Kepler 62 est/sont **habitable(s)**.

② **Vérifiez** votre réponse à l'aide du **logiciel NASA's Eyes** (voir ressource 3).

Ressource 1 : Extrait de « Exoplanet and Candidate Statistics » NASA

	Nature	Distance par rapport à l'étoile en UA
Kepler 62 b	rocheuse	0,0553
Kepler 62 c	rocheuse	0,0929
Kepler 62 d	rocheuse	0,120
Kepler 62 e	rocheuse	0,427
Kepler 62 f	rocheuse	0,718

Quelques caractéristiques des planètes du système Kepler 62

Source <https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/cgi-bin/TblView/nph-tblView?app=ExoTbls&config=planets>

Ressource 2 BONUS : Principe de détection des exoplanètes (planètes en dehors de notre système solaire)

vidéo enregistrée sur le serveur ([LIEN](#))

Ressource 3 : Utilisation du logiciel NASA's Eyes

⇒ Choisir le module **Exoplanets**

⇒ **Outil de recherche**  pour trouver le système **Kepler 62**

⇒ **HABITABLE ZONE** pour visualiser la zone habitable dans ce système solaire