



## THEME 3 - La Terre, un astre singulier

### Activité 2 - Les exoplanètes

L'exobiologie (ou astrobiologie) est un domaine scientifique qui cherche à comprendre comment la vie a émergé et s'est développée sur Terre afin de rechercher des formes de vie dans l'Univers. Elle fait collaborer de nombreux experts dans leurs disciplines respectives, telles que la biologie, la physique, la chimie, la géologie, l'astronomie, etc. Les exobiologistes cherchent des traces de vie extra-terrestre (actuelle ou antérieure) sur les planètes de notre système solaire ainsi que sur des planètes gravitant autour d'autres étoiles de l'Univers, appelées exoplanètes.



**Problématique :** Comment identifier des exoplanètes habitables et quel est leur intérêt scientifique ?

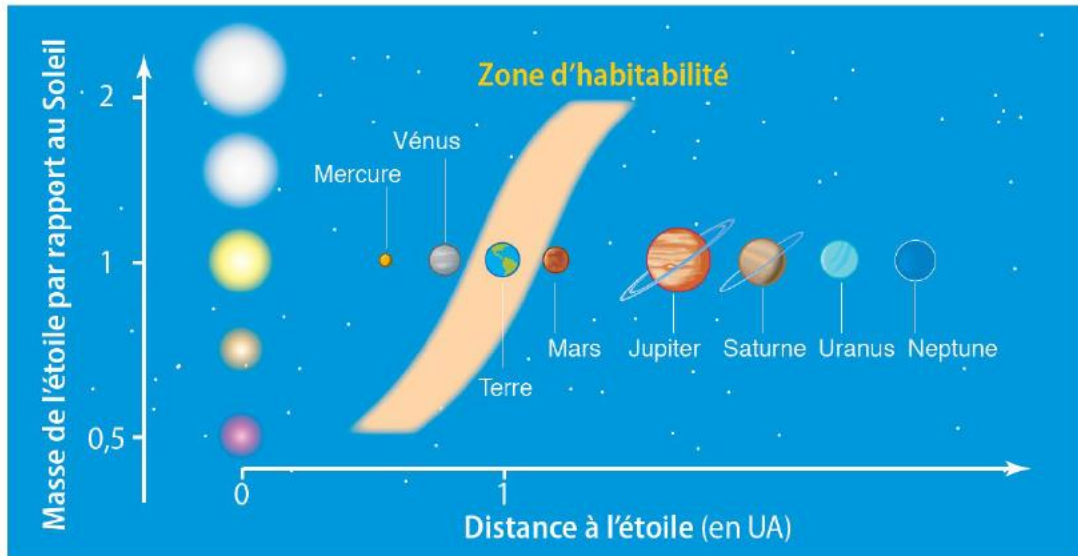
#### Matériel (par binôme) :

- Documents 1 à 6
- [Activité Actu Sciences HATIER](#)

Activités et déroulement des activités	Capacités & Critères de réussite
<p><a href="#">Activité : Les exoplanètes et les éléments nécessaires à la vie</a></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Construire une carte mentale</b> présentant les facteurs nécessaires à la vie sur une exoplanète. S'aider des documents 1 à 3 et de vos connaissances.</li> <li>2. <b>Déterminer quelle planète du système Trappist-1 pourrait être potentiellement habitable</b> et justifier votre réponse. S'aider des documents 4 à 6.</li> <li>3. <b>Discuter</b> de l'intérêt de rechercher de l'eau liquide et/ou la vie dans l'Univers et de prioriser les recherches dans les zones d'habitabilité. S'aider du document 6.</li> </ol> <p>En fin de séance, <b>rangez le matériel utilisé et nettoyez votre espace de travail.</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Recenser, extraire, organiser des informations</b></p> <p><i>Recenser <u>rapidement</u> les informations et les relier de façon logique; Placez les éléments de façon cohérente (éléments similaires à proximité) ; Synthétiser les informations (mots clés et non des phrases) ; Utiliser de la couleur et la typographie (majuscule)</i></p> <p style="text-align: center;"><b>Manifester de la curiosité</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Distinguer une croyance, une opinion ou un savoir scientifique</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Gérer et organiser le poste de travail</b></p>

## Document 1 : La zone d'habitabilité

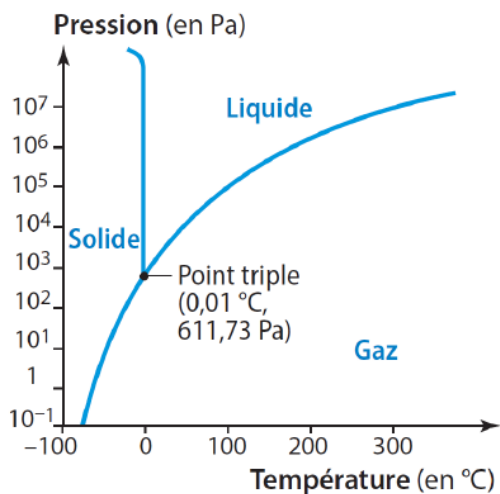
La zone d'habitabilité (ZH) délimite une zone autour d'une étoile dans laquelle l'eau liquide pourrait exister à la surface d'un astre. Les frontières de cette zone sont imprécises. Elles peuvent notamment évoluer si la définition de la zone est élargie à d'autres critères nécessaires à l'apparition de la vie (qui pourrait prendre des formes bien différentes de celles qui existent sur Terre).



**Schématisme de la zone d'habitabilité pour différents types d'étoiles.**

(Les distances et diamètres des planètes et étoiles ne sont pas représentés à l'échelle.)

## Document 2 : L'existence d'eau liquide



**Diagramme d'état de l'eau.**

La présence d'eau liquide est l'élément principal définissant la zone d'habitabilité. En effet, les êtres vivants sont – à notre connaissance – tous dépendants de l'eau liquide. Ainsi, la vie ne pourrait pas se développer sans eau liquide.

L'état physique de l'eau (solide, liquide ou gazeux) dépend des conditions de pression et de température. Il peut être déterminé grâce au diagramme d'état de l'eau (ci-contre), qui a été établi expérimentalement.

La pression et la température à la surface d'une planète ne sont pas constantes et varient notamment selon la **latitude**, l'**altitude** et les **conditions climatiques et météorologiques**. C'est pourquoi, on s'intéresse généralement aux valeurs moyennes.

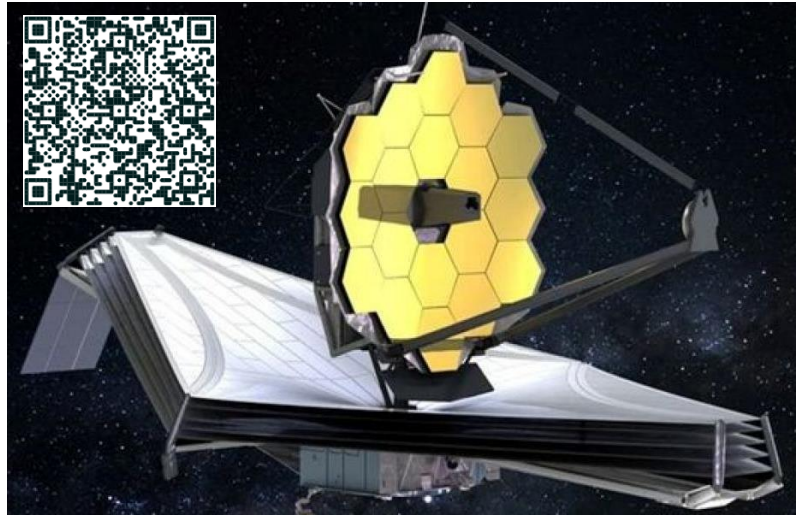
## Document 3 : L'importance de l'atmosphère

La présence d'eau liquide à la surface n'est pas la seule condition pour que la vie se développe. La vie présente également des **besoins nutritifs** et certains **gaz** sont obligatoires à certaines réactions métaboliques. C'est le cas du **dioxygène (O<sub>2</sub>)** qui est nécessaire à la respiration et qui est produit par la photosynthèse mais aussi du **dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>)** qui est nécessaire à la photosynthèse et qui est produit par la respiration. Enfin, la présence de dioxygène permet généralement la formation d'**ozone (O<sub>3</sub>)** qui est capable de filtrer le rayonnement ultra-violet (UV), ce qui limite les dommages causés à l'ADN (mutations).

Par ailleurs, certains gaz de l'atmosphère participent également à l'**effet de serre**. Il s'agit notamment du CO<sub>2</sub> mais aussi du CH<sub>4</sub> (méthane), du N<sub>2</sub>O (protoxyde d'azote) et de la vapeur d'eau.

## Document 4 : Une multitude d'exoplanètes habitables ?

Grâce à des télescopes très performants, dont Kepler et James-Webb, plus de 5 000 exoplanètes ont été découvertes. Grâce à la méthode des transits et à la spectroscopie, leurs caractéristiques (masse, rayon, distance à l'étoile, température de surface, etc.) sont identifiées puis comparées à celles de la Terre. Les exoplanètes sont alors classées selon un **indice de similarité à la Terre** (IST en français, ESI en anglais) compris entre 0 et 1 (1 étant le plus semblable à la Terre). En janvier 2023, on dénombrait 63 exoplanètes potentiellement habitables, dont 23 ont des dimensions (masse, rayon) similaires à la Terre.



Représentation du télescope James Webb

## Document 5 : Le système TRAPPIST-1

Le système stellaire TRAPPIST-1 est situé à environ **40 années-lumière\*** de la Terre. Il contient 7 planètes en gravitation autour de leur étoile, une naine rouge de petite taille ( $0,114 \times R_{\text{Soleil}}$ ). Les 7 planètes ont des rayons et des densités assez similaires à ceux de la Terre. La zone d'habitabilité de ce système serait comprise entre 0,025 et 0,05 UA.

Planète / Paramètres	TRAPPIST-1 b	TRAPPIST-1 c	TRAPPIST-1 d	TRAPPIST-1 e	TRAPPIST-1 f	TRAPPIST-1 g	TRAPPIST-1 h
Distance à l'étoile (en UA)	0,011	0,015	0,021	0,028	0,037	0,045	0,06
Rayon relatif (à la Terre)	1,09	1,06	0,77	0,92	1,04	1,13	0,76
Masse relative (à la Terre)	0,95	1,38	0,41	0,62	0,68	1,34	inconnu
IST	inconnu	inconnu	0,91	0,85	0,68	0,58	inconnu



Visualiser le système Trappist-1 (NASA)

**Tableau à double entrée de quelques paramètres des planètes du système TRAPPIST-1.**

(Sources : NASA, California Institute of Technology, University of Porto Rico)

\*1 année-lumière : distance parcourue en une année par la lumière dans le vide, soit 9 460 milliards de kilomètres.

## Document 6 : Les limites de la vie ?

Les scientifiques s'intéressent également aux planètes en dehors de la zone d'habitabilité, sur lesquelles l'eau liquide pourrait exister sous d'épaisses couches de glace (où la pression est plus élevée qu'à la surface). Ainsi, la mission JUICE (JUper Icy Moons Explorer) a été lancée en avril 2023 pour étudier trois des quatre principaux satellites de Jupiter : Io, Europe, Ganymède et Callisto, qui présentent des caractéristiques compatibles avec la vie (en particulier Europe). Cette étude débutera en 2031 après un long trajet jusqu'à Jupiter.

*Ci-contre, une photographie de la surface glacée du satellite Europe. Les stries rouges présentent une signature similaire à celle d'algues rouges présentes sur Terre.*

