

Chapitre 2 - Les conditions de la vie : une particularité de la Terre ?

I- Les objets du système solaire

Activité : Les objets du système solaire (Livre p12-13-14-15)

Observations de photos et participation des élèves pour identifier les objets.

Objectifs : Connaître les objets du Système Solaire

1- Les objets du système solaire

Objet	Définition	Exemple
Etoile	Corps central d'un système stellaire composé généralement d'hydrogène (H) et d'hélium (He) et qui produit de la chaleur et de la lumière.	Soleil
Planète	Corps qui tourne autour d'une étoile et composé soit	Terre
Satellite	Corps généralement rocheux et de taille restreinte qui tourne autour d'une planète	Lune
Astéroïdes	Ce sont des corps rocheux et de taille variable présents en orbite autour du Soleil entre Mars et Jupiter formant la ceinture d'astéroïdes.	Ida
Météorites	Ce sont des corps rocheux issus d'autres planètes (ou de la ceinture d'astéroïdes) et qui traversent le système solaire. Ils peuvent heurter d'autres corps et produire des cratères d'impact sur les planètes rocheuses.	Découverte indirecte (cratère de Chicxulub) Chondrites, Achondrites
Comètes	Ce sont des corps qui tournent autour du soleil de façon elliptique et dans un plan différent des autres éléments du système solaire. Elles sont composées de poussières et de glace.	Comète de Halley

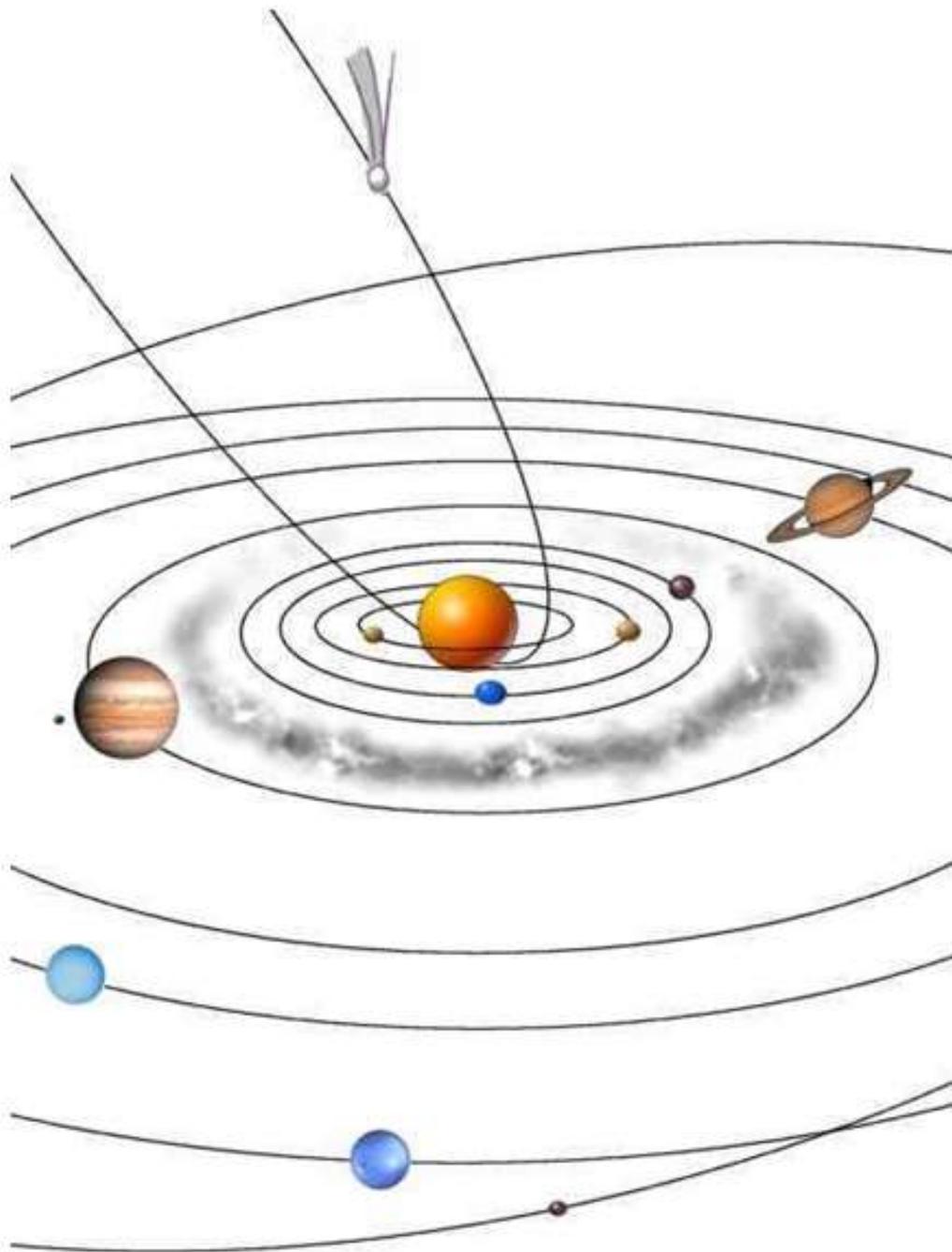
2- Les groupes de planètes

Planète	Définition	Exemple
Planète Tellurique (rocheuse)	Planète de petite taille, composée majoritairement de minéraux et de roches (silice, nickel, fer), d'une densité forte (3 à 5) et proche du Soleil.	Mercure, Venus, Terre, Mars
Planète Gazeuse (géante)	Planète de grande taille, composée majoritairement de gaz (hydrogène et hélium), d'une densité faible (1 environ) et éloignée du Soleil.	Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune
Planète naine	Corps généralement rocheux et de petite taille. Elles ne tournent pas autour du Soleil dans le plan des autres planètes (plan de l'écliptique), ce qui suggère que ces corps se sont rattachés au Système Solaire après sa formation.	Pluton



Photomontage montrant les principaux objets du système solaire à l'échelle (les distances séparant ces objets n'ayant pas été respectées).

3- Bilan : (à faire à la maison)



Titre :

Légende : Les groupes de planètes

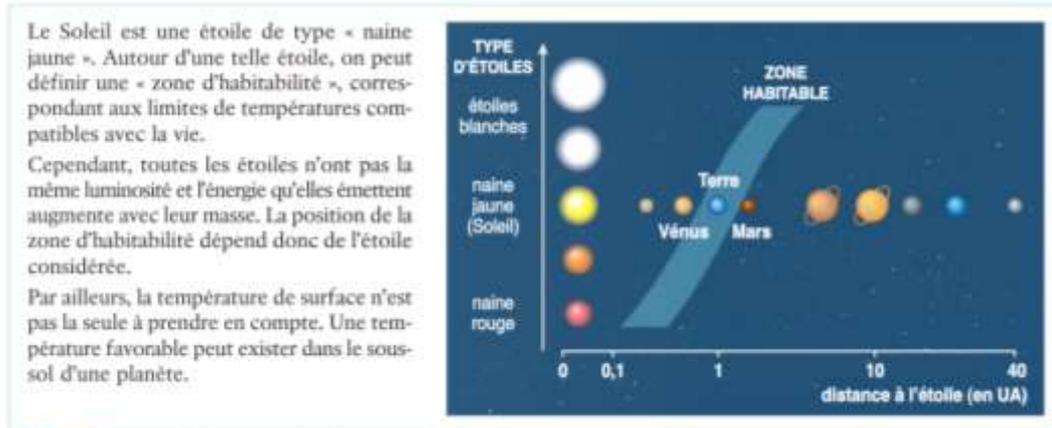
II- Les conditions de la vie sur Terre

TP 4 : De la vie sur Mars ?

1- La zone habitable

La **zone d'habitabilité** (ou **zone habitable**) correspond à une zone autour d'une étoile précise dans laquelle les températures sont compatibles avec l'existence de la vie. Les distances encadrant cette zone dépendante de la **taille et la masse** de l'étoile Soleil.

Ex : La Terre est dans la zone habitable du Soleil alors que Mars se trouve à sa limite lointaine.



Doc. 4 La zone d'habitabilité dépend de l'étoile.

2- Les paramètres physiques et astronomiques

La vie nécessite également un **support solide** pour se développer, ce qui est possible sur les **planètes et satellites rocheux** (telluriques). D'autre part, la rotation de la planète sur elle-même, autour du Soleil et son inclinaison font varier la durée des jours et des saisons. Enfin, la masse de la planète doit être suffisante pour permettre l'existence d'une **force d'attraction gravitationnelle** (gravité) et le maintien d'une atmosphère.

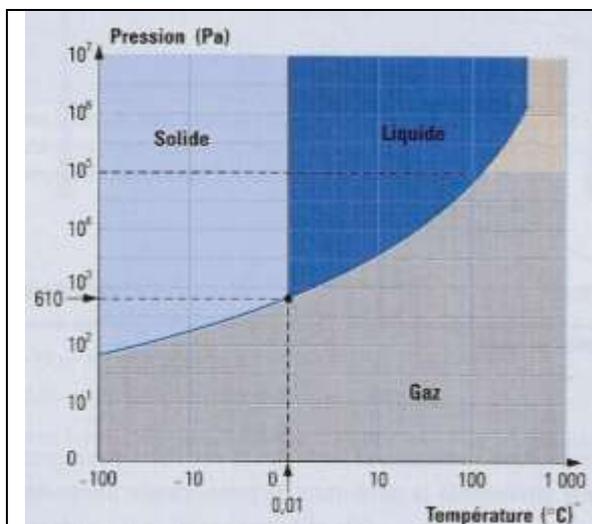
3- La présence d'une atmosphère

L'atmosphère est cruciale pour le développement de la vie grâce notamment aux gaz suivants :

- Le dioxygène (O_2), permettant la respiration (doc 1 p16)
- L'ozone (O_3) qui filtre les UV (UltraViolets) dangereux pour nos cellules (doc 2 p16)
- le dioxyde de carbone (CO_2) permet la photosynthèse (plantes)
- Le dioxyde de carbone et le méthane (CH_4) qui sont des gaz à effet de serre (doc 1

p16).

La pression atmosphérique et la température permettent l'existence **d'eau liquide** (constituant principal des êtres vivants).



Exercice : Les états de l'eau

A partir du document ci-contre, déterminez les états de l'eau pour les planètes suivantes :

- La Terre :

Pression : 10^5 Pa

Température : -65°C à $+120^\circ\text{C}$ (Moyenne $+18^\circ\text{C}$)

- Mars :

Pression : 600 Pa

Température : -100°C à $+20^\circ\text{C}$ (Moyenne -65°C)

III- La vie sur d'autres planètes et satellites

[Voir DM La vie dans le système solaire](#)

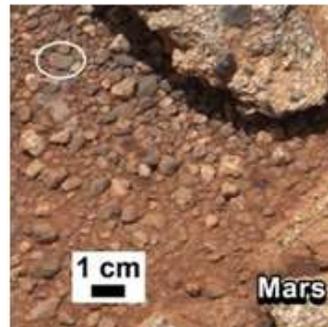
A notre connaissance, la Terre est la seule planète abritant la vie car elle dispose de conditions idéales. Malgré tout, des formes de vie de petite taille ou moins nombreuses pourraient exister sur d'autres objets de l'Univers (voir annexe). C'est le cas de :

- **Mars** : la présence d'eau liquide n'est pas possible en surface mais pourrait être envisageable en profondeur (augmentation de la pression). Ces poches d'eau liquide pourraient contenir des êtres vivants microscopiques indépendants de la photosynthèse (similaires aux écosystèmes des fumeurs noirs).
- **Europe (satellite de Jupiter)** : satellite rocheux entièrement recouvert de glace (10 km d'épaisseur) et qui pourrait abriter un océan sous glaciaire et des sources hydrothermales réchauffées par des volcans (vie similaire aux fumeurs noirs).
- **Titan (satellite de Saturne)** : satellite rocheux qui comprend des lacs d'hydrocarbures liquides (méthane à -180°C) qui pourraient provenir de bactéries méthanogènes (formant du méthane).
- **Glièse 581c (et d)** : une exoplanète située à 20,5 années lumières de la Terre. Cette planète tourne autour de la naine rouge (étoile) Glièse et 2 planètes (Glièse c et d) se situent dans la zone d'habitabilité et ont une masse suffisante pour permettre l'existence d'une atmosphère.

- Quelques observations de la surface de Mars



a : vue satellite de la vallée « Green river »



b : observation de roches ovalisées (de type galet)

c : observation de roches ovalisées (de type galet)

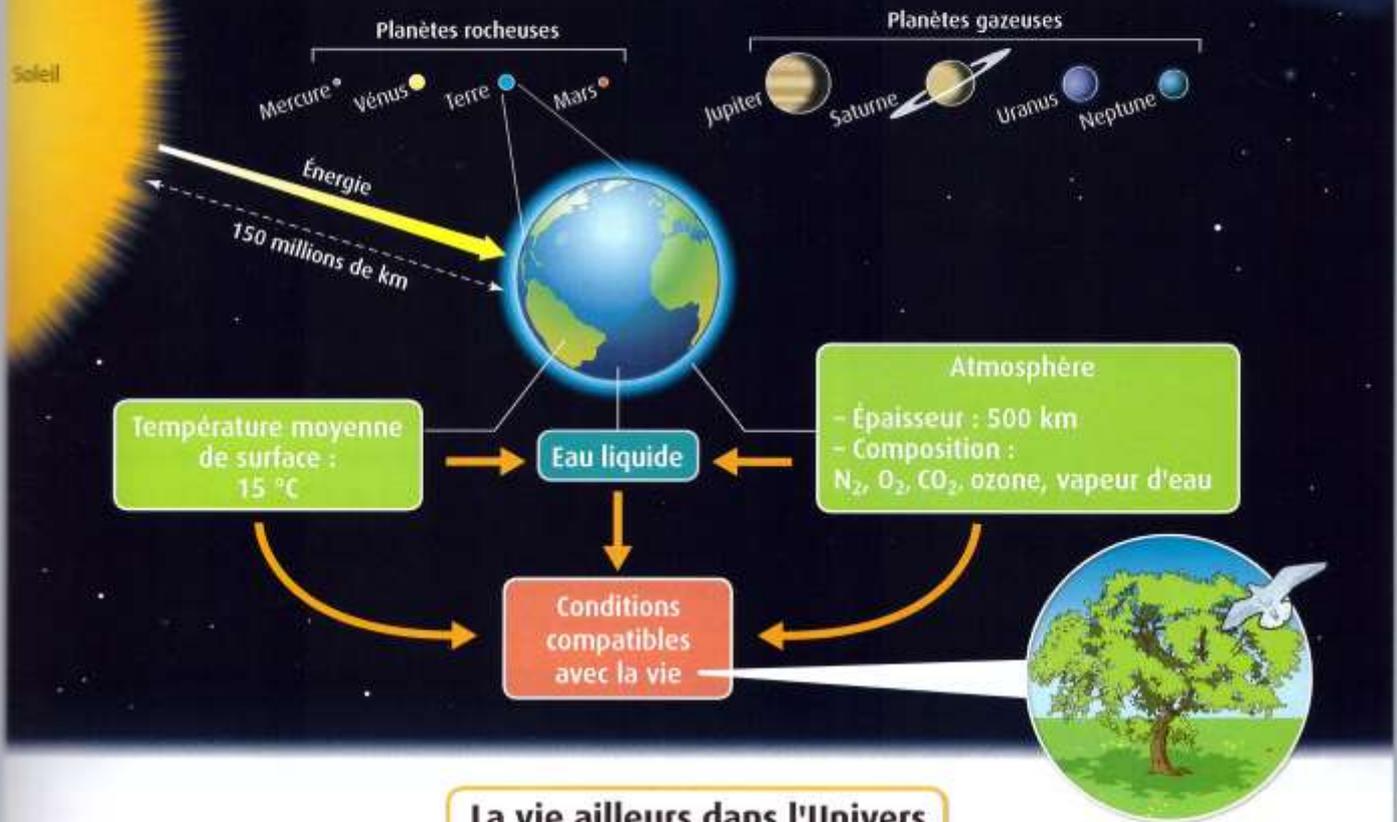


DES EPISODES RÉCENTS D'ÉROSION OU DE DÉPÔT dans les ravines martiennes apparaissent en bleu sur cette image en fausses couleurs. Le givre de glace carbonique est probablement à l'œuvre plutôt que l'eau.

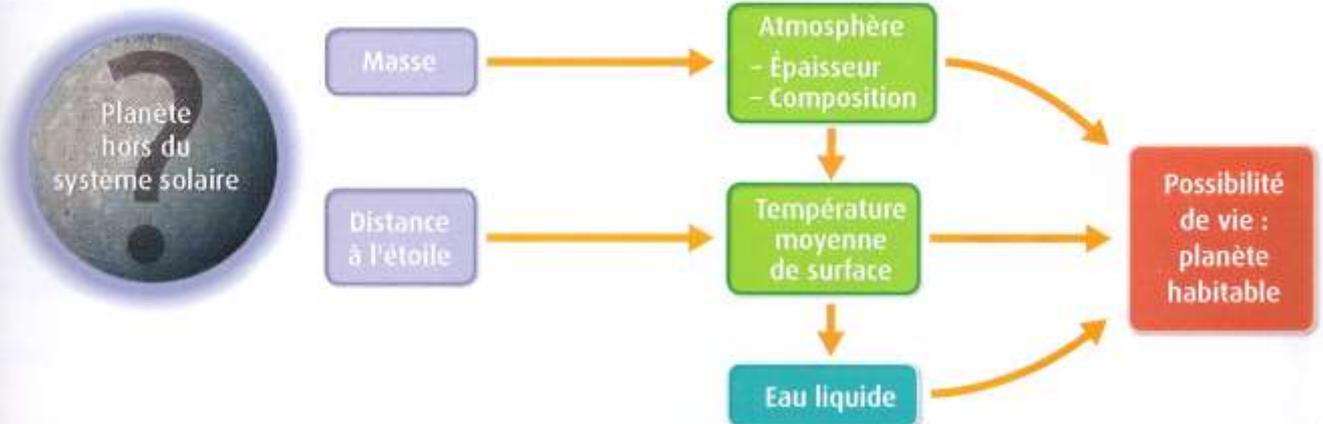
Pour la Science, Mars insolite (août 2013 n°430)

L'essentiel par l'image

La Terre dans le système solaire

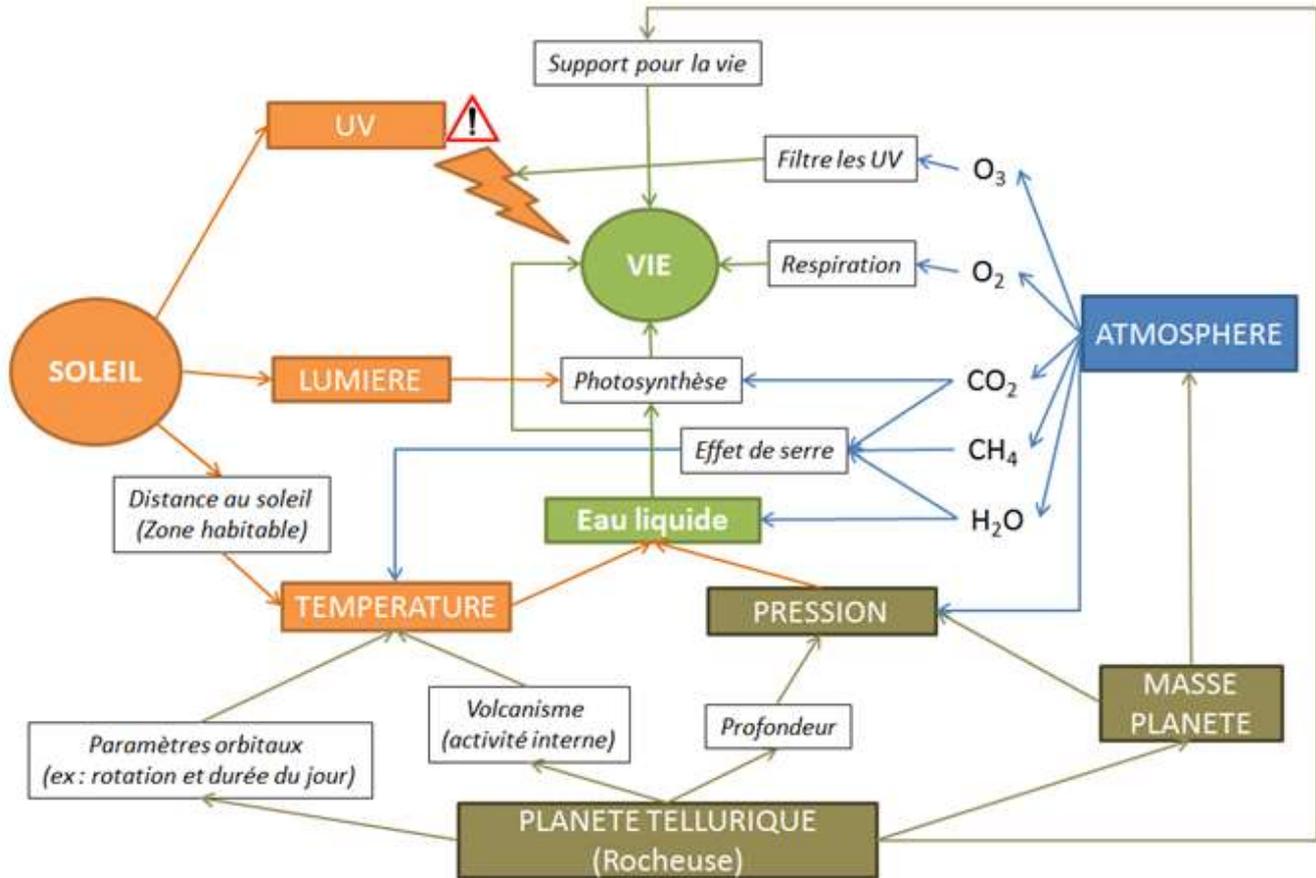


La vie ailleurs dans l'Univers



L'essentiel par le texte

- > La Terre, un des nombreux objets du système solaire, est une planète rocheuse. Sa taille et sa distance au Soleil permettent la présence d'eau liquide en surface et d'une atmosphère.
- > Les conditions de température et de pression à la surface de la Terre, et la composition chimique de son atmosphère sont compatibles avec la vie.
- > Des objets hors du système solaire présentent peut-être des caractéristiques voisines de celles de la Terre. Ils sont susceptibles d'abriter la vie, mais rien ne dit qu'ils l'abritent effectivement.



Organigramme des paramètres influençant le développement de la vie

ANNEXE : La vie sur d'autres objets de l'Univers

Mars est la quatrième planète par ordre de distance croissante au Soleil et la deuxième par masse et par taille croissantes sur les huit planètes que compte le Système solaire. Son éloignement au Soleil est compris entre 1,381 et 1,666 UA (206,6 à 249,2 millions de km), avec une période orbitale de 686,71 jours.

C'est une planète tellurique, comme le sont Mercure, Vénus et la Terre, environ dix fois moins massive que la Terre mais dix fois plus massive que la Lune. Sa topographie présente des analogies aussi bien avec la Lune (...) qu'avec la Terre (...).

Les conditions martiennes auraient peut-être pu permettre l'émergence de formes de vie sur Mars comme cela s'est passé sur Terre : outre la présence d'eau liquide et l'effet de serre qui aurait pu maintenir une température suffisamment élevée, l'abondance des argiles permet d'envisager des scénarios d'apparition de la vie élaborés dans le cadre de certaines des (nombreuses) théories d'abiogenèse (naissance de la vie à partir de la matière minérale).

Néanmoins, l'atmosphère martienne aurait disparu il y a près de 3,5 milliards d'années, ce qui aurait laissé à peine 1 milliard d'années à la vie pour se développer. À titre de comparaison, la photosynthèse ne serait pas apparue sur Terre avant 3 milliards d'années, voire seulement 2,8 milliards d'années, tandis que les plus anciennes cellules eucaryotes ne remonteraient pas au-delà de 2,1 milliards d'années, et la reproduction sexuée ne daterait pas de plus de 1,2 milliards d'années. D'autre part, ce temps géologique (Noachien) correspond à un bombardement météoritique important (comparable à celui de la Terre). Néanmoins, l'actuelle planète Mars pourrait abriter de l'eau liquide dans son sous-sol et peut être des traces de vie.

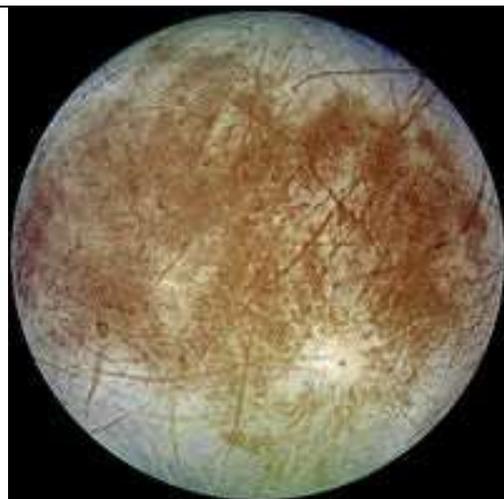
http://fr.wikipedia.org/wiki/Vie_sur_Mars



Europe est la 6e lune (satellite naturel) de la planète Jupiter, le 2e des satellites galiléens. Avec un diamètre de 3 121 km, il est le quatrième en taille des satellites de Jupiter, et le sixième du Système solaire.

Sa surface est composée de **glace**, et s'y trouve la plus lisse de tout le Système solaire. Bien que sa **température soit au maximum de -150 °C**, on suppose que par-dessous, il se trouve un **océan liquide d'environ 90 km** de profondeur. Ceci pourrait la rendre habitable pour certains organismes.

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Europe_\(lune\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Europe_(lune))



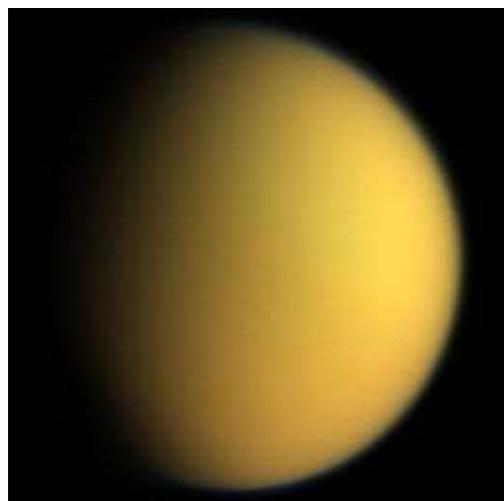
Titan est le plus grand satellite de Saturne. Avec un diamètre supérieur à celui de Mercure, proche de celui de Mars, Titan est par la taille le deuxième satellite du système solaire, après Ganymède.

Il s'agit du seul satellite connu à posséder une atmosphère dense. Découvert par l'astronome hollandais Christian Huygens en 1655, Titan est la première lune observée autour de Saturne.

Titan est principalement composé **d'eau sous forme glacée** et de roches. Son épaisse atmosphère a longtemps empêché l'observation de sa surface jusqu'à l'arrivée de la mission Cassini-Huygens en 2004, laquelle a permis la découverte de lacs d'hydrocarbures liquides dans les régions polaires du satellite.

L'atmosphère de Titan est composée à 98,4 % de diazote et comporte 1,6 % de nuages de méthane et d'éthane. Le climat — qui comprend des vents et de la pluie de méthane — crée sur la surface des caractéristiques similaires à celles rencontrées sur Terre, telles des **dunes et des côtes**, et, comme sur la Terre, possède des saisons.

Avec ses liquides (à la fois à la surface et sous la surface) et son épaisse atmosphère d'azote, Titan est perçu comme un analogue de la Terre primitive, mais à une température beaucoup plus basse. Le satellite est cité comme un possible hôte de vie extraterrestre microbienne. Certains chercheurs suggèrent qu'un possible océan souterrain pourrait servir d'environnement favorable à la vie.



[http://fr.wikipedia.org/wiki/Titan_\(lune\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Titan_(lune))

Le système stellaire GLIESE

Gliese 581 possède un système planétaire constitué de six exoplanètes. Toutefois, l'existence des planètes f et g est sujette à discussion au sein de la communauté astronomique et elles apparaissent sur la liste des compagnons non confirmés dans l'Encyclopédie des Planètes Extrasolaires. Dans ce système stellaire, 2 corps semblent à même d'abriter la vie : Gliese 581c et Gliese 581d.

Gliese 581 c

Gliese 581 c est une possible exoterre. Elle est 5 fois plus massive que la Terre et pourrait avoir une densité semblable à cette dernière si son rayon était environ 2 fois plus grand¹³. La gravité à sa surface est similaire à celle à la surface de notre planète. Elle parcourt son orbite autour de Gliese 581 en 13 jours, à une distance d'environ 10 millions de kilomètres ; elle en est donc 14 fois plus proche que l'est la Terre du Soleil.

La température moyenne de la surface de la planète est estimée entre -3°C (pour un albédo comparable à Vénus) et 40°C (pour un albédo similaire à la Terre). Gliese 581 étant une naine rouge considérablement moins lumineuse que le Soleil, la température de Gliese 581 c reste peu élevée malgré sa faible distance. De fait, la planète est située à l'intérieur de la zone habitable du système planétaire.

On pense que Gliese 581 c est une planète tellurique, éventuellement recouverte d'océans. Il est également possible que le système planétaire ait subi une migration orbitale par le passé, que Gliese 581 c se soit formée bien plus loin et possède une composition similaire à un corps glacé comme Ganymède.

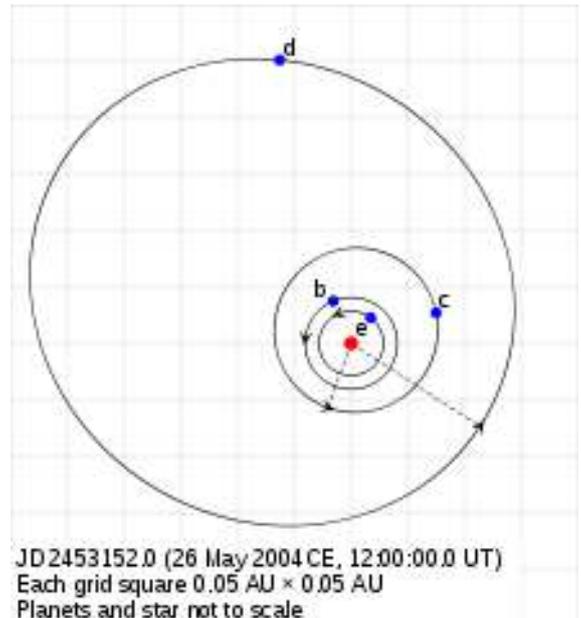
La découverte de Gliese 581 c a été annoncée le 24 avril 2007 par l'équipe de Stéphane Udry, de l'Observatoire de Genève¹³. Cette équipe, déjà responsable de la découverte de Gliese 581 b en 2005, regroupe des astronomes suisses, français et portugais. Elle a utilisé pour cette découverte le spectrographe HARPS installé sur le télescope de 3,6 mètres de l'observatoire européen austral (ESO) à La Silla (Chili).

Gliese 581 d

Gliese 581 possède une troisième planète, Gliese 581 d, de 7 fois la masse de la Terre et tournant autour de l'étoile en 67 jours. Elle est, en avril 2009, la première planète considérée comme potentiellement habitable.

Sources :

- http://fr.wikipedia.org/wiki/Gliese_581
- http://www.futura-sciences.com/fr/news/t/astronomie/d/exoplanete-gliese-581-serait-favorable-au-developpement-de-la-vie_12062/



Caractéristiques des planètes du système¹²

Planète	Masse	Demi-grand axe (Ua)	Période orbitale (jours)	Excentricité	Rayon
Gliese 581 b	15,65 M_{\oplus}	0,04	5,3687	0 (fixé)	—
Gliese 581 c	5,36 M_{\oplus}	0,07	12,929	0,17 ± 0,07	—
Gliese 581 d	7,09 M_{\oplus}	0,22	66,8	0,38 ± 0,09	—
Gliese 581 e	1,94 M_{\oplus}	0,03	3,1494	0 (fixé)	—
Gliese 581 f (non confirmée)	7,31 M_{\oplus}	0,758	433	0 (fixé)	—
Gliese 581 g (non confirmée)	3,17 M_{\oplus}	0,146	36,852	0 (fixé)	—

