

Seuls dans l'Univers ?



3. NOTRE SYSTÈME SOLAIRE est situé dans un bras périphérique de la Voie lactée. Le cercle représente un volume de 1 250 années-lumière de rayon autour de la Terre, une distance à laquelle des signaux pourraient être envoyés et retournés en au plus 100 générations humaines.

Avant la découverte de 51 Pegasi b, en 1995, nous ne connaissions aucune planète en orbite autour d'une autre étoile semblable au Soleil. À peine 16 ans plus tard, 570 planètes environ ont été caractérisées, et plus de 1 500 candidates proposées. Le rythme des découvertes d'exoplanètes s'est accéléré depuis le lancement du satellite européen CoRoT, en 2006, et, surtout, de la mission *Kepler* de la NASA, en 2009. (..)

L'hypothèse dite de la « Terre rare » exprime l'idée que les planètes telluriques propices à l'émergence d'une vie intelligente sont très rares. Le paléontologue Peter Ward et l'astrophysicien Donald Brownlee, de l'Université de Washington, entre autres, ont proposé un ensemble de conditions nécessaires, qu'on peut regrouper en quatre critères essentiels : stabilité de l'étoile, habitabilité et présence d'eau, masse et composition. (..)

Pour remplir le critère de stabilité, l'étoile hôte doit avoir une taille et un rayonnement stables durant les milliards d'années nécessaires à l'évolution de formes de vie intelligente. C'est le cas du Soleil, mais il n'est pas représentatif de la majorité des étoiles. Plus de 90 pour cent d'entre elles sont plus petites, et beaucoup n'atteignent pas le dixième de sa masse. Or les petites étoiles sont plus froides. La zone habitable – la bande orbitale où les températures permettent à l'eau de subsister sous forme liquide – est donc plus proche de l'étoile.

Et lorsqu'une planète est très près de son étoile, elle a tendance à être piégée par les effets de marée dans une résonance synchrone, c'est-à-dire à présenter toujours la même face à l'étoile (comme la Lune vis-à-vis de la Terre). L'un des hémisphères de la planète est alors perpétuellement plongé dans l'ombre et le froid, tandis que l'autre, toujours exposé à l'étoile, est une fournaise. Il semble improbable que la vie se développe sur de telles planètes, bien que certains soutiennent qu'elle pourrait se nicher à la frontière entre la partie éclairée et la partie obscure.

(..) Une étoile ni trop grosse ni trop petite

À l'autre bout de l'échelle, les étoiles de masse beaucoup plus élevée que le Soleil sont elles aussi peu adaptées : plus une étoile est massive, moins elle vit longtemps. Une étoile de deux masses solaires ne brûle de l'hydrogène de façon stable (phase dite « séquence principale ») que pendant 1,8 milliard d'années, soit cinq fois moins longtemps que le Soleil et quelques milliards d'années de moins qu'il n'en a fallu à la vie intelligente pour apparaître sur Terre. Les étoiles de huit masses solaires explosent en supernovae après quelques dizaines de millions d'années à peine. En fin de compte, moins de dix pour cent des étoiles se situent dans un intervalle de masse correspondant à une durée de vie acceptable, soit 0,7 à 1,7 masse solaire.

(..) Des orbites bien ajustées

La deuxième condition pour le développement d'une vie intelligente sur une planète est l'habitabilité : une planète doit résider dans la zone habitable de son étoile ou permettre la conservation de l'eau à l'état liquide par un mécanisme quelconque. Son orbite doit aussi être stable et suffisamment circulaire pendant plusieurs milliards d'années. Or la découverte la plus remarquable sur les planètes extrasolaires est la diversité de leurs orbites : certaines sont extrêmement elliptiques, d'autres sont très serrées autour de l'étoile (on parle de « jupiters chauds »), etc.

L'orbite de la Terre est pratiquement circulaire. Sur les quelque 500 planètes extrasolaires actuellement confirmées et dont les paramètres orbitaux sont déterminés, seules 11, soit 2,2 pour cent, ont une excentricité inférieure ou égale à celle de la Terre. La moitié d'entre elles voient leur distance à l'étoile varier de 20 pour cent au cours d'une révolution, et pour 20 pour cent d'entre elles, cette distance varie du simple au double !

(..) Un paramètre connexe est l'obliquité de la planète, c'est-à-dire l'angle entre son axe de rotation propre et celui de l'orbite. L'obliquité de la Terre, égale à 23,5 degrés, résulte d'une collision avec un objet de la taille de Mars dans sa jeunesse – impact dont est née la Lune. L'obliquité de la Terre est à peu près stabilisée par l'attraction exercée par la Lune. Elle explique les saisons, chaque pôle étant alternativement orienté vers le Soleil et recevant alors davantage de lumière. La valeur de l'obliquité est telle que le climat à la surface de la Terre n'est ni trop chaud ni trop froid tout au long de l'année. (..)

La troisième condition pour une « bonne » planète porte sur sa masse. La planète doit être suffisamment massive pour retenir une atmosphère, mais pas au point que la tectonique des plaques soit bloquée. La tectonique, qui alimente l'atmosphère par le biais des volcans et permet l'existence d'un cycle du carbone, semble en effet indispensable pour la vie. D'après les estimations actuelles, les planètes de moins de 0,4 masse terrestre ne se prêtent pas à l'existence durable d'une atmosphère, et au-delà de 4 masses terrestres, la tectonique ne peut se mettre en place sur une planète rocheuse. (..)

Le quatrième et dernier grand critère pour une planète adaptée concerne sa composition. Une planète habitable doit à l'évidence contenir les éléments nécessaires à la chimie organique (carbone, hydrogène, oxygène, etc.). Mais certains éléments favorisent aussi la vie de façon indirecte. Le silicium et le fer, par exemple, facilitent la tectonique des plaques. La chaleur dégagée par les éléments radioactifs maintient le noyau de fer de la Terre à l'état liquide, d'où l'existence d'un champ magnétique qui protège la surface des particules chargées éjectées par le Soleil. Cette chaleur alimente aussi la convection du manteau et donc la tectonique.