

L'AUTEUR



Howard SMITH est astrophysicien au Centre d'astrophysique Harvard-Smithsonian de Cambridge, aux États-Unis.

Article publié avec l'aimable autorisation de *American Scientist*.

✓ SUR LE WEB

Société française d'exobiologie : <http://www.exobiologie.fr/>

L'Encyclopédie des exoplanètes : <http://exoplanet.eu/>

Institut SETI : <http://www.seti.org>

La mission Kepler de la NASA : <http://kepler.nasa.gov/>

assurément révolutionnaires et nous éclaireraient sur l'apparition et l'évolution de la vie sur Terre. Mais faute d'une espèce douée de pensée consciente et apte à communiquer, nous serons toujours seuls dans l'Univers, sans personne avec qui interagir.

La vie intelligente signifie ici capable de communiquer d'une étoile à une autre ; cela implique la maîtrise d'une technologie équivalente à celle de la radio. À l'aune de cette définition, notre civilisation n'a qu'une centaine d'années. Si la vie intelligente est fréquente dans un Univers âgé de 13,7 milliards d'années, alors nous en sommes l'une des formes les plus jeunes ! Cependant, comme le soulignait le physicien italien Enrico Fermi dans son célèbre « paradoxe », la vie intelligente ne doit pas être monnaie courante dans l'Univers, sinon, pourquoi n'en avons-nous jamais découvert ?

Le second point découle de deux caractéristiques de notre monde qui étaient inconnues au début du XX^e siècle. D'une part, aucun signal ne peut dépasser la vitesse finie de la lumière. D'autre part, l'Univers est en expansion : les galaxies s'éloignent de nous, et ce d'autant plus vite qu'elles sont distantes.

Cela devrait refroidir l'enthousiasme de certains physiciens qui avancent que dans un univers infini ou dans des univers multiples, même si la vie intelligente est rare, elle existe quelque part, car tout scénario, même extrêmement peu probable, est réalisé.

Cette hypothèse est en effet intéressante, mais inopérante en pratique. L'Univers est peut-être infini, mais nous ne pouvons pas recevoir d'information de la plus grande partie de ce monde : notre vision se limite à l'horizon cosmique, c'est-à-dire la distance qu'a pu parcourir la lumière depuis le Big Bang. Cet horizon s'élargit avec le temps, mais attendre n'arrangera rien, car avec l'expansion cosmique, les galaxies reculées s'éloignent plus vite que l'horizon ne s'étend. Pour ce qui est d'envoyer des messages, la situation est encore pire ; la lumière envoyée aujourd'hui de la Terre ne pourra jamais atteindre des galaxies dont la lumière a mis dix milliards d'années pour nous parvenir. Ces galaxies s'éloignent de plus en plus rapidement et sont à jamais hors d'atteinte.

La vitesse finie de la lumière pose aussi des limites pratiques pour les étoiles plus proches. La plupart des étoiles de la Voie lactée, et leurs milliards de planètes présumées, se trouvent à plusieurs dizaines de milliers d'années-lumière. Il faudrait donc autant d'années avant que des extraterrestres reçoivent nos signaux, et encore le même temps pour recevoir une réponse.

La vie en équation

Nous n'avons pas besoin d'attendre aussi longtemps pour nous sentir seuls dans l'Univers, sans personne avec qui communiquer. Cent générations, soit 2500 ans, me semblent déjà être une éternité à notre échelle. Un aller-retour des signaux étant nécessaire, je me limiterais donc dans ce qui suit à examiner les étoiles situées dans un rayon de 1250 années-lumière.

Nous connaissons beaucoup de choses sur les étoiles de ce proche voisinage, ce qui permet de faire des estimations quantitatives. Si nous nous focalisons sur un aller-retour de 25 ans, soit une région de 12,5 années-lumière de rayon, les chances de communiquer avec une vie intelligente diminueraient d'un facteur un million (le nombre d'étoiles est proportionnel au volume, donc au cube de la distance). Nous aurions cependant une réponse – positive ou négative – plus tôt. Inversement, plus le volume exploré est grand, plus les chances, mais aussi le temps d'attente, augmentent.

On pourrait imaginer qu'une civilisation extraterrestre lointaine scrute la galaxie à la recherche de jeunes planètes telluriques et envoie avec optimisme ses saluta-



SETI Institute/Scott Sirosek

2. UNE MESURE DE L'INTELLIGENCE D'UNE FORME DE VIE est sa capacité à communiquer d'une étoile à l'autre, par exemple par ondes radio. Ces antennes du radiotélescope Allen, en Californie, sont ainsi utilisées dans le cadre du projet SETI pour rechercher une intelligence extraterrestre. Selon ce critère, notre propre civilisation n'a pas plus d'une centaine d'années.



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.

tions très longtemps à l'avance, pour qu'elles arrivent juste au moment où une espèce intelligente a suffisamment évolué pour se mettre à écouter les signaux provenant de l'espace. Difficile cependant de concevoir une telle entreprise en pratique.

En fin de compte, il y a une explication simple au fait que l'espace reste désespérément silencieux, malgré des décennies d'écoute attentive : comme le soutenait Fermi, les extraterrestres ne sont tout simplement pas là. Et même en imaginant qu'il existe une technologie de communication fantastique plus rapide que la lumière, l'absence de signaux impliquerait alors non seulement que de tels êtres ne vivent pas dans notre Galaxie, mais qu'ils sont, au mieux, très rares ailleurs dans l'Univers.

La probabilité qu'une vie extraterrestre intelligente existe a été formalisée par l'astronome américain Frank Drake il y a tout juste 50 ans. L'équation de Drake fournit une estimation du nombre de civilisations extraterrestres détectables à l'époque actuelle dans le voisinage de la Terre. Il ne s'agit pas de la formulation mathématique d'un phénomène physique, et tout le monde n'y met pas exactement les mêmes termes, mais la formule la plus classique est le produit de cinq termes : le nombre d'étoiles appropriées, le nombre de planètes potentiellement propices à la vie autour de ces étoiles, la probabilité que la vie se développe sur l'une de ces planètes, la probabilité que la vie évolue jusqu'à l'intelligence, et la durée de vie typique d'une civilisation, rapportée à celle de son étoile.

Ces facteurs et leurs valeurs font l'objet de vifs débats depuis le début, car

seule la première variable, le nombre d'étoiles adaptées, peut être raisonnablement estimée à partir d'un échantillon statistiquement significatif. Les récents résultats en matière de planètes extrasolaires précisent le deuxième terme de l'équation de Drake. Les autres facteurs restent assez mystérieux et ne sont que des extrapolations à partir du seul exemple connu : la vie sur Terre.

Le point de vue classique est qu'avec environ 10^{20} étoiles dans l'Univers visible, même si on surestime plusieurs centaines de fois chacun de ces facteurs, il reste pléthore de civilisations dans l'Univers. Cependant, si nous ne sommes pas disposés à attendre un milliard d'années pour recevoir des signaux et que nous

teur deux près. Cela signifie qu'environ 30 millions d'étoiles de tous types sont présentes dans un rayon de 1 250 années-lumière. C'est là une limite supérieure pour le premier facteur de l'équation de Drake dans le voisinage que nous avons défini. Intéressons-nous maintenant au deuxième terme.

Les premières planètes extrasolaires découvertes étaient les plus faciles à trouver, pour la simple raison que ce sont les plus grosses ou qu'elles ont des orbites assez proches de leur étoile pour que plusieurs transits successifs devant l'astre puissent être observés en quelques années seulement. Andrew Howard, de l'Université de Californie à Berkeley, et

L'HYPOTHÈSE DE LA « TERRE RARE »

retient quatre critères essentiels : stabilité de l'étoile, habitabilité et présence d'eau, masse et composition.

nous focalisons donc sur notre voisinage stellaire, alors de petites surestimations font de grosses différences. Or s'il est impossible de réévaluer à la hausse les estimations classiques, optimistes, il est en revanche très facile de les revoir fortement à la baisse.

Le Soleil se trouve dans une cavité de gaz interstellaire d'environ 600 années-lumière appelée Bulle locale. Celle-ci est elle-même située dans la Ceinture de Gould, un filament d'étoiles, d'amas stellaires et de nuages moléculaires s'étendant au maximum sur environ 1 200 années-lumière. Dans cette région, le nombre d'étoiles par année-lumière au cube est approximativement égal à 0,004, à un fac-

ses collègues ont néanmoins montré que parmi les 1235 candidats planétaires détectés par *Kepler* dont la période orbitale est inférieure à 50 jours, les petites planètes sont plus abondantes. Nous n'avons pas encore déniché de planètes de type terrestre, mais sans doute n'est-ce qu'une question de temps. Les premières planètes de type terrestre qui seront découvertes seront peut-être non représentatives des planètes rocheuses.

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,