

SEULS AU MILIEU DE LA FOULE

Pourquoi n'avons-nous pas vu d'autres civilisations dans la Voie lactée ? Parmi toutes les réponses possibles, la plus plausible est peut-être qu'il en existe, mais qu'elles ne se trouvent pas dans notre voisinage. Cette situation se produirait si l'exploration et la migration interstellaires sont partielles et se font par vagues, avec des civilisations spatiales qui s'étendent périodiquement en colonisant les systèmes planétaires les plus proches et les plus accueillants.

En prenant en compte le mouvement des étoiles et une durée de vie finie pour chaque civilisation, des simulations de ce processus produisent des amas de systèmes occupés en continu, ainsi que des régions isolées très peu habitées. La Terre pourrait se situer dans l'une de ces dernières.

DIASPORAS GALACTIQUES

Cet instantané d'une simulation représente 10 millions d'années d'exploration interstellaire pour 10 000 systèmes colonisables dans un cube d'environ 464 années-lumière de côté. Les systèmes non colonisables sont 22 fois plus nombreux que les systèmes propices, mais ils ne sont pas représentés ici. À cette échelle, les étoiles se déplacent comme des particules d'un gaz, entravant ou facilitant le voyage interstellaire selon leurs trajectoires relatives. Les caractéristiques sont comparables à celles de notre région de la Galaxie. Les sondes lancées par des civilisations dispersées dans cet espace virtuel se déplacent à 3 000 kilomètres par seconde, 100 fois plus vite que la vitesse moyenne des étoiles environnantes.

- Chaque point représente la position actuelle d'un système colonisé ou colonisable.

Dans la simulation considérée ici, 6 948 systèmes habitables ont été visités par une sonde, mais seulement 403 ont abrité des colonies actives ; 3 052 systèmes colonisables n'ont pas été visités. Ce processus a donné naissance à 11 « empires » interstellaires distincts (comportant au moins 10 systèmes colonisés) et représentés chacun par une couleur différente pour indiquer leur origine commune.

Les autres vagues de colonisation, implantées sur moins de systèmes, sont représentées en gris.

Les couleurs estompées indiquent des systèmes qui n'abritent plus de colonies actives : les colonies actuellement actives sont entourées de bulles semi-transparentes ayant un rayon de 10 années-lumière, qui indiquent la sphère théorique d'influence d'un système donné.

Aucune colonie active au cours du dernier million d'années

La colonie s'est éteinte il y a 0,5 million d'années

Colonie actuellement active

10 années-lumière

Les agents simulés ne ciblaient que des systèmes situés à moins de 10 années-lumière, colonisables, sans colonie en cours, et non ciblés par un autre agent. Les lignes indiquent les voyages interstellaires couronnés de succès et connectent les systèmes récemment colonisés avec leurs antécédents : les traits ne montrent pas les itinéraires réellement suivis, les positions relatives des systèmes ayant varié au cours de la simulation.

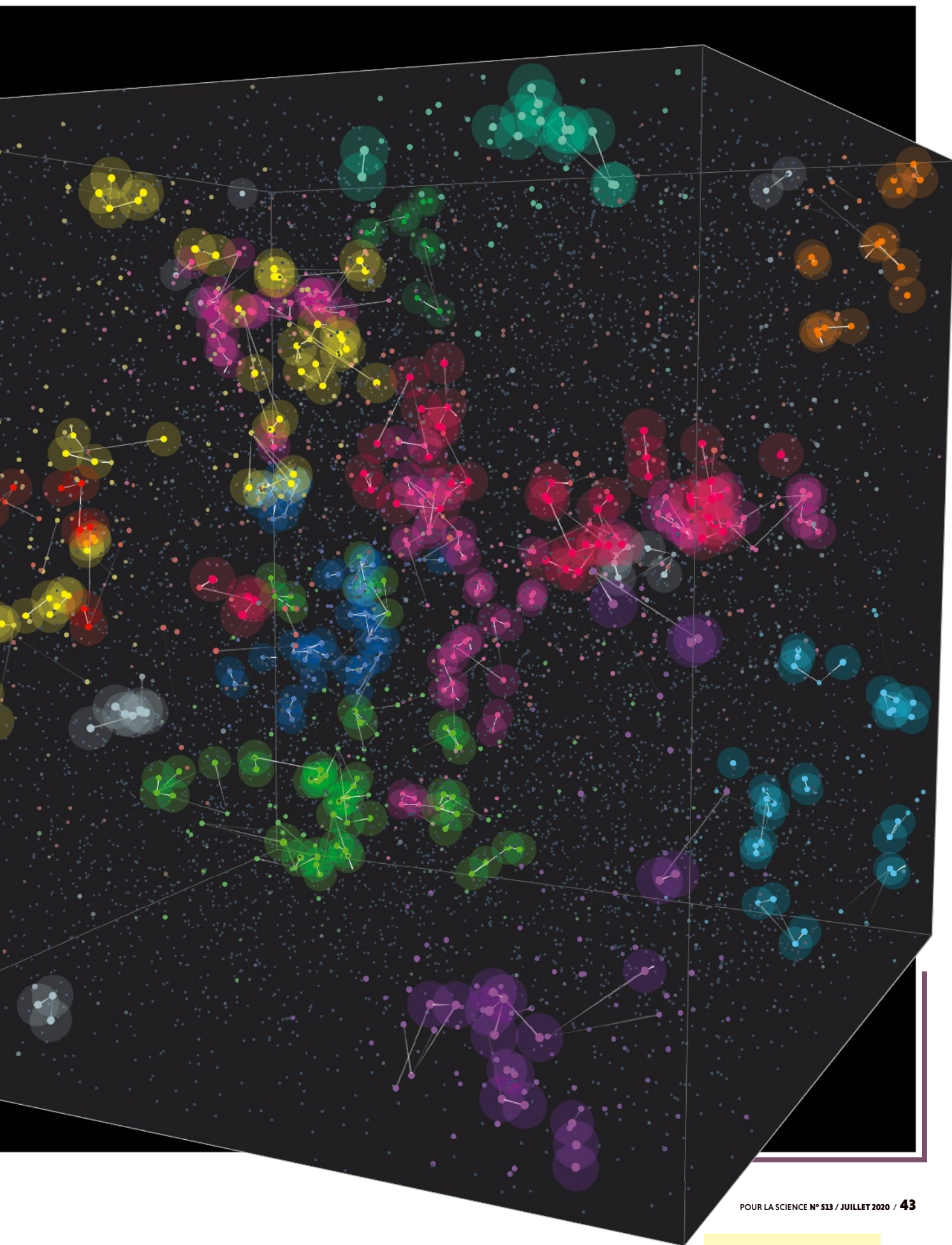
Connexion antérieure

Connexion plus récente

OÙ EST LA TERRE ?

Cette simulation reproduit les caractéristiques de notre voisinage galactique. Le Système solaire pourrait se trouver dans n'importe quelle région non colonisée de ce cube. Ces « vides » transitoires sont des régions où des mondes habitables resteraient hors de portée des civilisations voisines.

Vue agrandie



> d'une erreur de «raisonnement monoculturel». En d'autres termes, il est impossible de spéculer avec la moindre certitude sur le comportement d'une espèce entière comme si tous ses représentants avaient une unique façon de penser. Nous autres humains en sommes loin ! Et même si la grande majorité des civilisations spatiales putatives de la Voie lactée ne se lancent pas dans une diaspora galactique, il suffirait d'une seule culture plus aventureuse que les autres pour semer des signes de vie et de technologie à travers des centaines de milliards de systèmes stellaires.

DES EXPLICATIONS EN GÉNÉRAL TRÈS DIFFICILES À TESTER

En fait, l'histoire du paradoxe de Fermi est jalonnée de débats divers et variés sur ces hypothèses fondamentales, ainsi que d'une grande variété de «solutions» proposées. En général, ces explications sont très difficiles à tester. Bien que certaines fassent intervenir des idées assez simples, d'autres sont de la pure science-fiction.

Par exemple, il se pourrait que le coût en ressources pour être capable de traverser rapidement l'espace interstellaire soit trop élevé, même pour une espèce technologiquement très avancée. Cela limiterait drastiquement le nombre d'explorateurs et expliquerait la constatation A de Hart. Ou peut-être l'accroissement de la population n'est pas, comme l'ont supposé de nombreux chercheurs, une motivation forte pour voyager vers d'autres étoiles, en particulier pour une espèce qui développerait un mode de vie vraiment durable dans son système d'origine. Une révolution verte ultime éliminerait-elle toute tentation d'aller voyager ailleurs si ce n'est pour l'exploration scientifique ?

Certaines conceptions jouent sur une note plus sombre, comme la notion de «grand filtre», c'est-à-dire l'idée qu'il y a toujours quelque chose qui limite une espèce : une évolution qui conduit invariablement toute vie technologique à sa propre extinction (guerre, pollution, épuisement des ressources, etc.). Peut-être que des cataclysmes naturels, depuis les explosions de supernovæ jusqu'à des soubresauts énergétiques du trou noir central de la Voie lactée, éliminent régulièrement la vie dans la Galaxie et l'empêchent ainsi de se diffuser.

Il existe des propositions encore plus extrêmes, comme l'hypothèse du zoo. D'après ce scénario, nous sommes maintenus délibérément isolés par des puissances extraterrestres. Il y a également ce que j'aime appeler le scénario de la paranoïa : d'autres civilisations existent, mais elles se cachent et refusent de communiquer par peur de dévoiler leur position à une autre espèce potentiellement belliqueuse.

Mais peut-être existe-t-il des explications plus simples à notre ignorance actuelle

concernant les extraterrestres. Ces réponses pourraient partager des caractéristiques avec l'exemple que nous avons juste sous le nez : l'occupation humaine des îles du sud du Pacifique, variable dans le temps et dans l'espace. Tant dans le cas terrestre que dans le cas extraterrestre, des facteurs essentiels et universels sont en jeu, comme la rareté des endroits propices ou le temps dont a besoin une population pour se préparer à pousser un peu plus loin l'exploration de l'immensité.

En 2015, Adam Frank, de l'université de Rochester, et moi déjeunions près du campus de l'université Columbia, à New York. Comme lors du repas de Fermi soixante-cinq ans plus tôt, la conversation tournait autour de la nature des espèces qui explorent l'espace. Et, sans doute inspirés par le calcul mental de Fermi, nous avons essayé de concevoir une stratégie d'investigation qui ferait le moins possible d'hypothèses non corroborées et que l'on pourrait tester ou contraindre à l'aide de données réelles. Au cœur de cet exercice, il y avait l'idée simple que, comme avec l'occupation transitoire de l'île de Pitcairn, l'exploration ou la colonisation de la Galaxie se ferait par vagues, avec des flux et des reflux. Et que l'humanité



Beaucoup de solutions au paradoxe de Fermi ont été proposées



aurait émergé lors d'une période où notre région de la Voie lactée subissait un reflux.

Cette idée est en accord avec la constatation A de Michael Hart : il n'y a pas de preuve aujourd'hui sur Terre de la présence d'explorateurs extraterrestres. Mais elle offre la possibilité d'aller plus loin et d'estimer la durée pendant laquelle la Terre n'aurait pas connu de visites. Peut-être des extraterrestres sont-ils passés ici il y a très longtemps. Un certain nombre de scientifiques ont discuté, au fil des ans, la possibilité de chercher des artefacts dans le Système solaire que ces visiteurs auraient laissés derrière eux. Il est un peu difficile de prédire l'envergure que devrait avoir une recherche complète, mais une recherche sur Terre est davantage à notre portée. En 2018, Gavin Schmidt, de l'institut Goddard de science spatiale de la Nasa, et Adam Frank ont évalué nos capacités à déterminer si la Terre a