

LES MONDES D'À CÔTÉ

LES ASTRONOMES FONT MOUSSER TRAPPIST-1

SEPT PLANÈTES DE TYPE TERRESTRE ONT ÉTÉ DÉCOUVERTES AUTOUR D'UNE PETITE ÉTOILE SITUÉE DANS LE VOISINAGE DU SOLEIL. LA CONFIGURATION PARTICULIÈRE DE CE SYSTÈME OFFRE LA POSSIBILITÉ, POUR LA PREMIÈRE FOIS, D'Étudier leur éventuelle atmosphère et, POURQUOI PAS, DE DÉTECTER DES TRACES DE VIE

Ce n'est pas la première fois que l'on découvre une planète extrasolaire de la taille de la Terre. Ni même un système entier comptant plusieurs objets similaires. De nos jours, il n'est pas rare non plus que l'on observe des planètes telluriques qui, vues d'ici, effectuent un transit devant leur étoile et évoluent dans ce que les astronomes appellent la « zone habitable », zone qui autorise la présence d'eau liquide (et donc potentiellement de la vie) à leur surface. Dénicher une exoplanète autour d'une petite étoile proche du Soleil (à moins de 50 années-lumière de distance) est également devenu une habitude.

Ce qui est exceptionnel, en revanche, c'est que l'étoile naine TRAPPIST-1 et ses sept compagnons réunissent tous ces paramètres. Plus important encore: cette découverte, publiée dans la revue *Nature* du 23 février et à laquelle l'Université de Genève a contribué, offre sur un plateau une possibilité que personne n'a vu arriver si vite: l'étude directe de l'éventuelle atmosphère d'une série de planètes extrasolaires toutes semblables en taille à la Terre et dont trois sont situées dans la zone habitable de leur étoile. Une perspective qui devrait se concrétiser dans moins de deux ans, le temps nécessaire au futur télescope spatial James-Webb de se déployer dans l'espace et de pointer son miroir dans la bonne direction, ce qui est déjà au programme.

École genevoise « *Jamais je n'aurais imaginé que l'on puisse aussi tôt envisager sérieusement l'étude de l'atmosphère d'une et encore moins de plusieurs planètes extrasolaires de type terrestre qui, en outre, possèdent le potentiel d'abriter la vie, s'extasie Didier Queloz, professeur au Département d'astronomie (Faculté des sciences) et à l'Université de Cambridge, coauteur de l'étude et instigateur du projet TRAPPIST à l'origine de la découverte. Connaitre l'atmosphère de ces planètes – si elle existe, car nous n'en savons encore rien –, c'est entrer dans leur intimité, apprendre leur histoire, mesurer, pourquoi pas, des signaux témoignant d'une activité de chimie organique, voire plus. Bref, vingt-deux ans seulement après la découverte de la première planète extrasolaire qui était une géante gazeuse (51Peg), nous sommes sur le point d'ouvrir un nouveau champ de recherche. Et cela toujours grâce à des astronomes issus de l'École genevoise. En effet, les trois premiers auteurs de l'étude, bien que travaillant actuellement en Belgique (Michaël Gillon), à Berne (Brice-Olivier Demory) ou au Royaume-Uni (Amaury Triaud), ont passé des années à l'Université de Genève.* »

La découverte de l'étoile TRAPPIST-1, située à seulement 39 années-lumière du système

« NOUS SOMMES SUR LE POINT D'OUVRIR UN NOUVEAU CHAMP DE RECHERCHE GRÂCE À DES ASTRONOMES ISSUS DE L'ÉCOLE GENEVOISE »

solaire, est en effet due à une équipe de Michaël Gillon, actuellement chercheur à l'Université de Liège mais qui a effectué à la fin des années 2000 un séjour post-doctoral de trois ans à l'Observatoire de Genève dans le domaine des planètes extrasolaires.

Responsable du programme TRAPPIST (*Transiting Planets and Planetisimals Small Telescope*), un télescope belge de 60 centimètres de diamètre installé sur le site andain de La Silla au Chili et auquel collabore l'Observatoire de Genève, le chercheur belge s'est lancé depuis quelques années dans un projet pilote de mesure systématique d'une soixantaine de naines ultra-froides et de naines brunes situées

VUE D'ARTISTE DE TRAPPIST-1F, UNE DES SEPT PLANÈTES TERRESTRES QUE COMPTE L'ÉTOILE NAIN TRAPPIST-1.

TRAPPIST-1F EXPOSE TOUJOURS LE MÊME CÔTÉ À SON ÉTOILE. LA FACE CONSTAMMENT ÉCLAIRÉE POURRAIT ABRITER DE L'EAU LIQUIDE.

UNE DES PARTICULARITÉS DU SYSTÈME TRAPPIST-1, C'EST LA PROXIMITÉ DES PLANÈTES LES UNES PAR RAPPORT AUX AUTRES. C'EST POURQUOI ELLES APPARAISSENT DANS LE CIEL, COMME LA LUNE DANS CELUI DE LA TERRE.



NASA

dans l'environnement immédiat du Soleil. Il s'agit d'étoiles très petites. Les premières possèdent une masse juste suffisante (typiquement un dixième de celle du Soleil) pour entretenir durablement les réactions thermonucléaires responsables de leur éclat, les secondes n'atteignant pas ce seuil.

Le but de TRAPPIST est la traque des transits, c'est-à-dire le passage devant ces astres de planètes telluriques provoquant ainsi une baisse temporaire de la luminosité détectable depuis la Terre. C'est ainsi que durant la première campagne de mesures, trois planètes très légèrement plus grandes que la Terre ont été détectées autour de la première étoile candidate, TRAPPIST-1. Comme l'indique un article paru dans la revue *Nature* du 12 mai 2016, ces objets sont très proches de leur astre et en effectuent un tour complet en quelques jours seulement. Les caractéristiques de la troisième planète sont toutefois ambiguës et semblent indiquer que le système est plus complexe que prévu.

Pour en savoir plus, les données sont affinées avec l'aide notamment du télescope spatial Spitzer de la Nasa, qui consacre 60 nuits d'observation rien qu'à cette étoile, et du Very Large Telescope de l'Observatoire européen austral. Le résultat est l'apparition d'une forêt de transits. Pour les chercheurs, c'est un choc : ce ne sont pas trois mais au moins sept planètes qui sont en orbite autour de TRAPPIST-1. Et les

six premières possèdent des masses semblables à celle de la Terre.

Quasi-résonance Les orbites des six planètes internes sont en quasi-résonance, c'est-à-dire que les rapports de leurs périodes de rotation autour de l'étoile sont presque des nombres entiers (voir infographie page suivante). Cette architecture suggère que les planètes se seraient formées plus loin et auraient ensuite migré vers le centre du système. Il faut dire que TRAPPIST-1, dont la masse ne vaut que 8% de celle du Soleil, n'est que marginalement plus gros que Jupiter. Les orbites des planètes sont donc à peine plus grandes que celles des lunes joviennes.

L'estimation sur la base de modèles théoriques des températures à l'équilibre (étalonnées entre 170°C pour la plus proche de l'étoile et -105°C pour la plus éloignée) indique que les sept objets sont susceptibles d'abriter de l'eau à leur surface mais pas avec la même probabilité. Les trois premières sont probablement trop chaudes pour cela, sauf peut-être à certains endroits peu exposés. Selon des mesures réalisées récemment à l'aide du télescope spatial Hubble par une équipe de chercheurs du Département d'astronomie (Faculté des sciences), l'étoile TRAPPIST-1 pourrait bien « évaporer » l'eau au moins des deux plus proches. Les trois suivantes, en revanche, évoluent à la bonne distance pour bénéficier

d'une température compatible avec l'existence d'un éventuel océan d'eau liquide. La dernière est, quant à elle, probablement trop éloignée et trop froide pour éviter le gel persistant.

« La surprise de la découverte est surtout liée au fait que personne n'avait pensé à vérifier s'il existait des planètes autour des naines ultra-froides, note Didier Queloz. Ce sont des astres méconnus car difficiles à étudier en raison de leur faible luminosité et du fait qu'elles n'évoluent quasiment pas. Elles consomment en effet leurs réserves de combustible de manière très lente. On estime leur espérance de vie à 100 milliards d'années, alors qu'il n'en reste plus que 5 environ au Soleil. »

Le fait que le programme TRAPPIST ait si vite touché le jackpot pourrait bien indiquer que la présence de planètes autour de ces petites étoiles, qui représentent tout de même 15% de la population d'objets astronomiques dans le voisinage du système solaire, soit la norme et non l'exception. La découverte en 2016 d'une autre planète autour de la naine rouge Proxima du Centaure, l'étoile la plus proche du Soleil située à 4 années-lumière, renforce encore cette hypothèse.

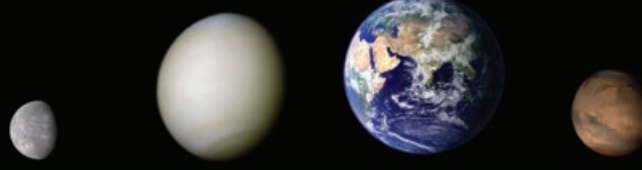
C'est une bonne nouvelle, car cette catégorie d'astres, proches et petits, représentent des laboratoires parfaits pour l'étude d'éventuelles atmosphères entourant leurs planètes. Pour réaliser cette prouesse, les astronomes comptent en effet sur la détection des rayons de l'étoile ayant traversé ces fines couches de gaz et emporté

SYSTÈME TRAPPIST-1



	B	C	D	E	F	G	H
PÉRIODE ORBITALE (jours)	1,51	2,42	4,05	6,10	9,21	12,35	~20
DISTANCE À L'ÉTOILE (unités astronomiques)	0,011	0,015	0,021	0,028	0,037	0,045	~0,06
RAYON (rayons terrestres)	1,09	1,06	0,77	0,92	1,04	1,13	0,76
MASSE (masses terrestres)	0,85	1,38	0,41	0,62	0,68	1,34	-

SYSTÈME SOLAIRE (planètes telluriques)



	MERCURE	VÉNUS	TERRE	MARS
PÉRIODE ORBITALE (jours)	87,97	224,70	365,26	686,98
DISTANCE À L'ÉTOILE (unités astronomiques)	0,387	0,723	1	1,524
RAYON (rayons terrestres)	0,38	0,95	1	0,53
MASSE (masses terrestres)	0,06	0,82	1	0,11

avec elle des informations sur leur composition chimique. C'est actuellement infaisable si l'étoile est trop lointaine ou si elle est trop grosse par rapport à la planète qui passe devant. Le cas de TRAPPIST-1, en revanche, présente une configuration parfaite. L'étoile possède un rayon qui n'est que dix fois plus grand que celui des planètes (contre 100 fois dans le cas du Soleil et de la Terre). Cela signifie que le signal en provenance d'une atmosphère extrasolaire peut être détecté à l'aide de la technologie déjà en place. Cela dit, l'appareil qui fournira les meilleurs résultats est le télescope spatial James-Webb, actuellement en phase de construction. Le lancement de cet instrument, qui sera placé au-delà de l'orbite de la Lune, est prévu pour 2018.

Toute la question consiste désormais à savoir quels sont les composés chimiques qu'il faudra détecter avant de pouvoir déduire la présence d'une activité organique quelconque sur ces mondes lointains. Des biologistes et des chimistes travaillent actuellement à simuler en laboratoire ou sur ordinateurs l'évolution d'atmosphère dans différentes conditions, les spécialistes de la formation des planètes planchent sur leurs propres modèles. Tous ces experts pourront bientôt

confronter leurs résultats à un nombre grandissant de systèmes planétaires bien réels.

« *Tout est possible, s'enthousiasme Didier Queloz. Nous disposons déjà de sept candidates et nous en aurons sans doute des dizaines ou des centaines*

CELA SIGNIFIE QUE LE SIGNAL EN PROVENANCE D'UNE ATMOSPHÈRE EXTRASOLAIRE PEUT ÊTRE DÉTECTÉ À L'AIDE DE LA TECHNOLOGIE DÉJÀ EN PLACE

d'autres dans un proche avenir, notamment grâce au projet SPECULOOS destiné à succéder à celui de TRAPPIST. Composé de quatre télescopes, il passera en revue un nombre encore plus grand d'étoiles naines proches. C'est une avancée extraordinaire. Cela dit, la question de la présence de la vie sur une autre planète ne recevra sans doute au début qu'une réponse ambiguë. Il ne sera probablement pas

possible de trancher avant de nombreuses années. Mais une chose est sûre. Si l'on apporte un jour la preuve que la vie existe sur une autre planète proche du système solaire, cela signifie qu'elle existe partout dans l'Univers. »

Quant à l'idée consistant à aller vérifier sur place, le chercheur genevois n'y croit pas trop, à l'image du projet de *Breakthrough Starshot*, présenté en avril 2016, et qui propose d'envoyer vers la planète de Proxima du Centaure une sonde minuscule accélérée à l'aide d'une voile solaire. Un périple d'une durée estimée à vingt ans, qui, selon le chercheur genevois, relève de la science-fiction.

En revanche, Didier Queloz mise davantage sur les progrès dans la technologie de l'astronomie optique qui pourraient bien, dans 50 ou 100 ans, permettre de prendre des images directes de planètes situées à quelques poignées d'années-lumière de distance.

Anton Vos