

7 exoplanètes autour de Trappist-1 : la découverte de la vie ailleurs est à notre portée ?

La Nasa vient d'annoncer l'existence autour de la naine rouge Trappist-1 de sept exoplanètes de tailles comparables à la Terre. Leurs masses sont toutefois encore incertaines. Trois d'entre elles seraient potentiellement habitables et comme elles ne sont situées qu'à environ 40 années-lumière du Soleil, la caractérisation des atmosphères qu'elles pourraient posséder devrait être à la portée du futur télescope spatial James Webb. À plus long terme, il serait possible de détecter d'éventuelles biosignatures.

En mai 2016, un groupe d'astronomes faisait sensation en annonçant la détection de trois exoplanètes autour de l'étoile 2MASS J23062928-0502285 située à environ 40 années-lumière du Soleil, dans la constellation du Verseau. La découverte avait été faite avec la méthode des transits planétaire en utilisant Trappist (**TR**ansiting **P**lanets and **P**lanetes **I**mals **S**mall **T**elescope), un télescope de seulement 60 cm de diamètre à l'observatoire de La Silla (ESO), au Chili, géré par l'université de Liège, en Belgique. Rebaptisée pour cette raison Trappist-1, l'étoile fait partie des naines rouges dites ultrafroides. Elles sont très peu massives, et de ce fait très peu lumineuses. Toutefois, elles représentent pas moins de 18 % des étoiles proches du Soleil, soit un nombre probable de plusieurs centaines. L'engouement qu'a suscité la découverte de Trappist-1b, c et d (les lettres indiquent dans l'ordre de leur éloignement de l'étoile-hôte) peut surprendre de prime abord car ces exoplanètes, bien que de tailles comparables à la Terre, ne sont pas vraiment dans la zone d'habitabilité de leur étoile. De plus, elles sont supposées être en rotation synchrone, ce qui veut dire qu'une moitié de chacune d'entre elles connaît un jour perpétuel, tandis que l'autre reste plongée pour toujours dans l'obscurité. Cela interroge, bien que l'existence de zones tempérées habitables soit malgré tout possible.

L'étude de leur atmosphère à la portée des instruments

Toutefois, la découverte de ces trois planètes montrait que l'on pouvait s'attendre à un grand nombre d'étoiles ultrafroides avec un cortège d'exoplanètes rocheuses à proximité du Soleil. Comme ces étoiles sont très peu lumineuses et que ces exoplanètes dans la zone d'habitabilité y bouclent des orbites avec des périodes orbitales courtes - ce qui implique de nombreux transits planétaires observables -, elles mettent à la portée des exobiologistes et des instruments en cours de développement, l'analyse de la composition des atmosphères qu'elles pourraient posséder et peut-être même la détection de biosignatures. Typiquement, la présence combinée d'importantes quantités d'oxygène, d'ozone, de vapeur d'eau et de méthane serait un indice convaincant d'une activité chimique qui ne pourrait être abiotique. Une seule de ces signatures ne prouverait rien toutefois car elle pourrait être due à la chimie de la planète, et non à des organismes vivants. Or, justement, une équipe internationale impliquant des chercheurs du CNRS, du CEA et de l'UPMC au Laboratoire d'astrophysique de Bordeaux, au Laboratoire de météorologie dynamique (CNRS/UPMC/École polytechnique/ENS) et au laboratoire Astrophysique, instrumentation et modélisation (CNRS/CEA/Université Paris Diderot) vient de relancer les spéculations à ce sujet avec un article qui vient de paraître dans Nature.

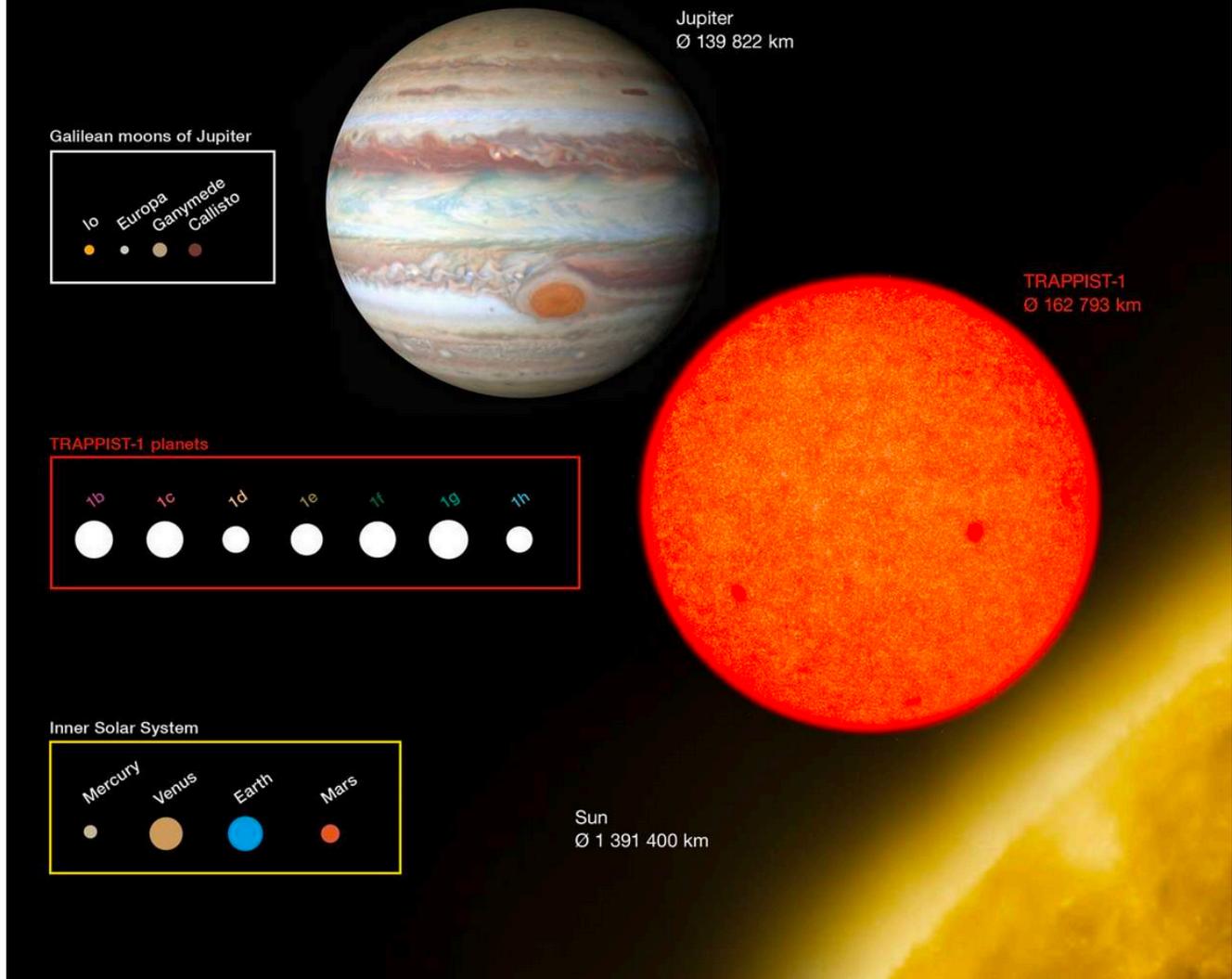
Sept planètes probablement rocheuses comparables à la Terre

Trappist-1 ne possède pas trois, mais en réalité sept planètes de tailles comparables à la Terre. Parmi les nouvelles venues, trois sont cette fois-ci dans la zone d'habitabilité. Mais comme se pose également le problème de l'influence de la composition d'une atmosphère pour déterminer si des planètes sont vraiment accueillantes pour la vie avec de l'eau liquide quand elles se trouvent dans cette zone, les chercheurs ont conduit des simulations avec plusieurs hypothèses possibles concernant des atmosphères. Il apparaît que Trappist-1e, Trappist-1f et Trappist-1g pourraient effectivement être habitables pour une large gamme de compositions atmosphériques (elles pourraient être des planètes océans car les premières estimations des masses laissent penser qu'elles sont moins denses que la Terre). Même les trois premières exoplanètes découvertes pourraient posséder des régions habitables en dépit de leur rotation synchrone. La mise en orbite l'année prochaine du télescope spatial James Webb est particulièrement excitante, car il devrait être capable de mettre en évidence ces atmosphères, si elles existent, et surtout d'en déterminer, au moins partiellement, la composition. Selon les chercheurs, les exoplanètes de Trappist-1 constituent donc les cibles les plus prometteuses à ce jour avec Proxima b pour rechercher des traces de vie au-delà du Système solaire. En attendant, le télescope spatial Hubble nous a déjà fourni quelques indications sur la composition des atmosphères de Trappist-1b et Trappist-1c. Il faudrait malheureusement 200 ans à une sonde interstellaire avec voile photonique comme celle du projet *Breakthrough Starshot* pour atteindre ces mondes.

Futura-Sciences reviendra prochainement sur la signification de la découverte des exoplanètes autour de Trappist-1 dans une interview de l'astrophysicien Franck Selsis, chargé de recherche au CNRS du Laboratoire Astrophysique de Bordeaux et dont les travaux portent sur les exoplanètes, en particulier leurs atmosphères et leur habitabilité.

Size Comparison

between TRAPPIST-1 system, Galilean moons of Jupiter and the inner Solar System



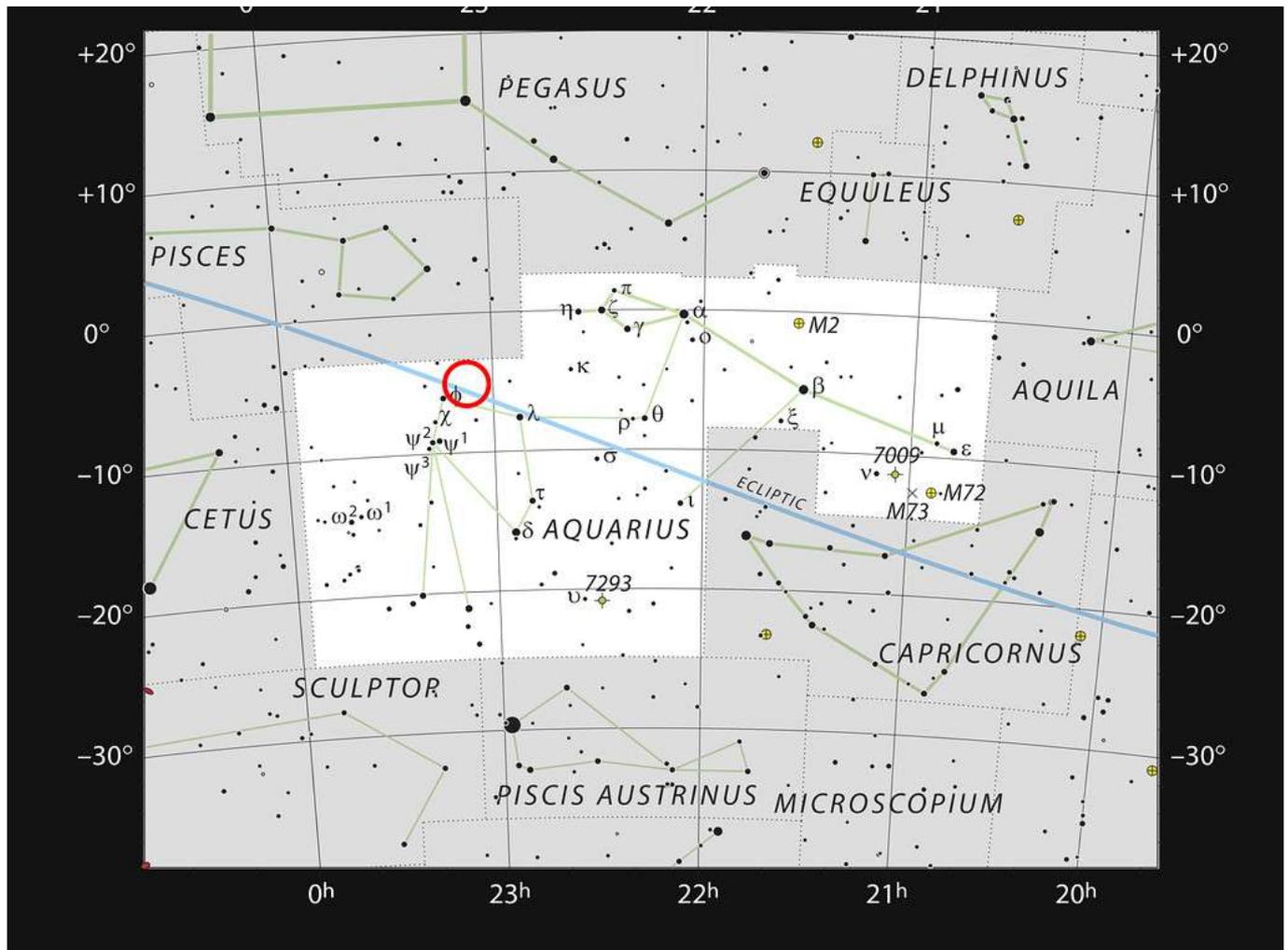
Sur ce diagramme figurent, à titre comparatif, les tailles des planètes nouvellement découvertes autour de la naine rouge Trappist-1 ainsi que celles des satellites de Jupiter au sein de notre Système solaire. Toutes les planètes détectées autour de Trappist-1 sont de dimensions semblables à celles de la Terre. © ESO, O. Furtak

Les trois exoplanètes de Trappist-1 sont-elles habitables ? Article de Laurent Sacco publié le 03/05/2016

Trois exoplanètes de tailles comparables à celles de **Vénus** et de la Terre ont été découvertes à seulement 40 années-lumière de la Terre. Elles pourraient être habitables... partiellement. Malgré cette incertitude, elles valent la peine que l'on s'y intéresse car elles orbitent autour d'une étoile très peu lumineuse, ce qui devrait permettre d'y chercher des biosignatures dans une décennie tout au plus. C'est pour le moment notre meilleure chance de découvrir de la vie ailleurs. Yuri Milner et Stephen Hawking ont fait sensation récemment en annonçant le lancement d'un programme de recherche pour la création de la première sonde interstellaire qui pourrait fournir des images rapprochées d'une exoterre autour d'une des étoiles du système d'Alpha du Centaure avant 2060. Mais le coût d'une telle mission pourrait être de l'ordre de plusieurs centaines de milliards de dollars au minimum. L'évolution de l'économie mondiale ne semble laisser aucune chance à la réalisation de ce projet. On aimerait que ce genre de sonde donne une preuve de l'existence d'une vie extraterrestre dans la banlieue proche du Soleil en y découvrant des biosignatures (par exemple en découvrant la présence combinée d'importantes quantités d'oxygène, d'ozone, de vapeur d'eau et de méthane). Ce genre de signal est difficile à obtenir mais il y a quelque espoir d'y parvenir avec plusieurs télescopes géants actuellement en cours de construction, comme l'E-ELT de l'ESO et le télescope spatial James Webb qui devrait être lancé en octobre 2018.

Des étoiles dont la lumière éclipse moins les exoplanètes

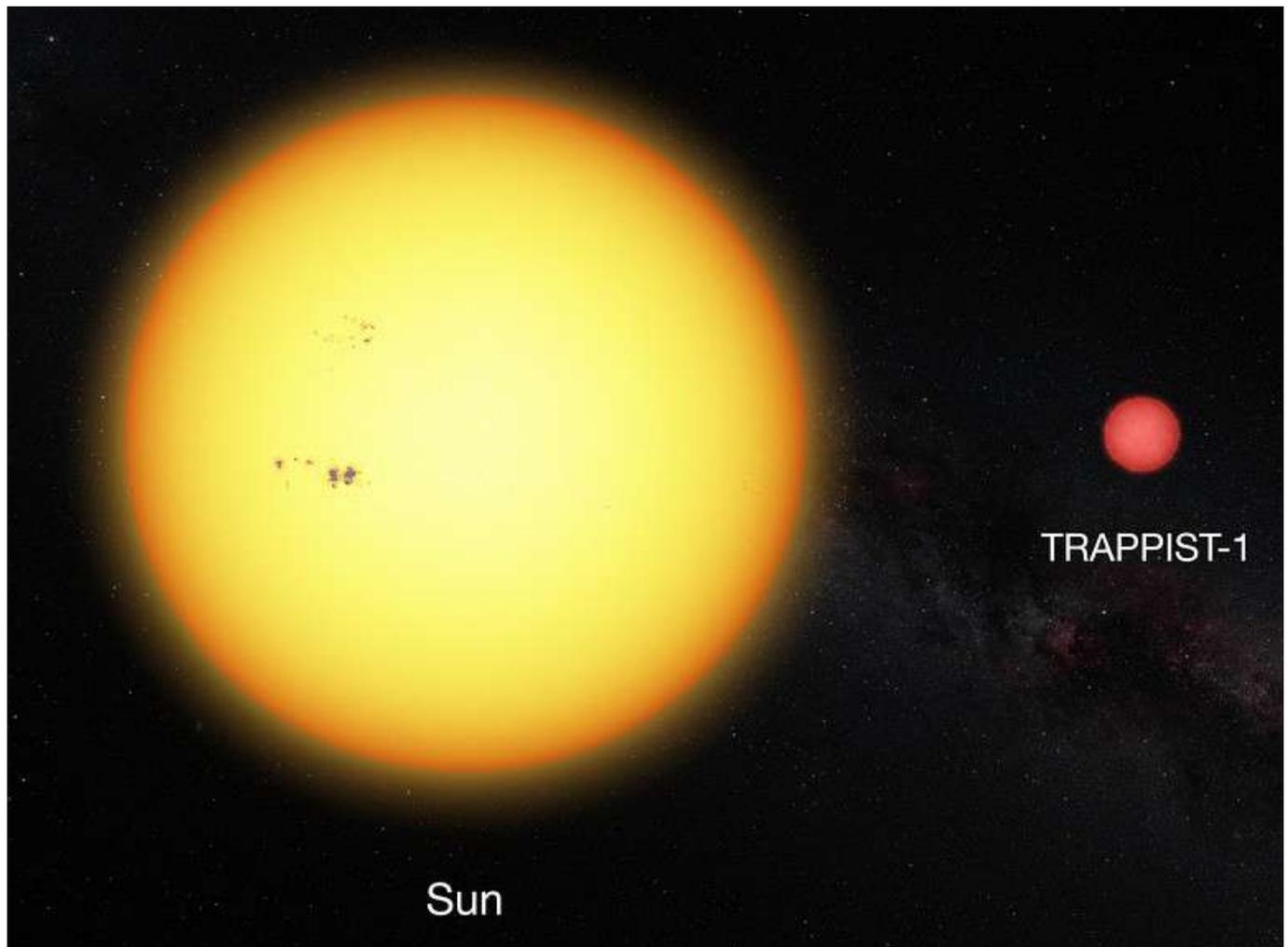
Tout comme l'obtention d'une image directe d'un exoplanète, la détection de biosignatures est rendue difficile par le fait que la lumière de l'étoile hôte domine très largement celle d'une exoplanète, à moins qu'elle soit une géante gazeuse froide loin de son soleil. Mais dans ce cas, l'environnement y est tel que l'espoir serait faible pour des exobiologistes. Les étoiles ultrafroides, en revanche, semblent prometteuses. Ce sont des naines rouges très peu massives, et de ce fait très peu lumineuses. De plus, elles sont nombreuses. Elles représentent environ 18 % des étoiles proches du Soleil, soit un nombre probable de plusieurs centaines. Leur luminosité étant très faible, de l'eau liquide ne peut exister que sur des exoplanètes très proches d'elles. De sorte que leurs périodes orbitales devraient être courtes, ce qui permet de les détecter facilement par la méthode des transits planétaires. Enfin, comme ces étoiles sont bien moins lumineuses que le Soleil, il est en théorie plus facile d'analyser la composition des atmosphères des exoterrés lors d'un transit.



Cette carte montre les étoiles visibles à l'œil nu dans un ciel bien pur dans la très étendue constellation du Verseau. Le cercle rouge indique la position de la faible et très rouge étoile naine extrêmement froide Trappist-1. Bien qu'elle soit proche du Soleil (40 années-lumière), elle est très peu lumineuse et n'est pas visible avec de petits télescopes. © ESO, IAU, Sky & Telescope

Trappist 1, la naine rouge ultrafroide

Mais existe-t-il des exoplanètes autour de ces naines ultrafroides ? Celles qui sont habitables sont-elles rares ? Une équipe internationale menée par des astronomes belges commence à donner des réponses enthousiasmantes, comme le montre un article publié dans le journal *Nature*. L'observation n'a pas été réalisée avec un télescope géant ou spatial, mais avec un très modeste instrument de seulement 60 cm de diamètre. Il a au-dessus de lui, il est vrai, un très beau ciel : celui de l'observatoire de l'ESO de La Silla, au Chili. Baptisé Trappist (pour *TRAnsiting Planets and PlanetesImals Small Telescope*), ce télescope est géré par l'université de Liège, en Belgique. Michaël Gillon, de l'institut d'Astrophysique et Géophysique de cette université, et ses collègues, l'ont utilisé pour observer attentivement l'étoile 2MASS J23062928-0502285 située à environ 40 années-lumière du Soleil dans la constellation du Verseau. Elle est minuscule, sa taille la situant à la limite entre les étoiles et les naines brunes, des astres trop petits pour allumer des réactions de fusion thermonucléaires, sauf, très temporairement et pour les plus lourdes, avec le deutérium.



Comparaison de la taille du Soleil avec celle de la naine rouge Trappist-1. Son diamètre vaut 11 % de celui de notre étoile et sa couleur rouge indique une température bien plus faible. © ESO

Une détection de biosignatures avant 2030 ?

En unités basées sur les caractéristiques du Soleil, la naine rouge, rebaptisée Trappist-1 et trop peu brillante pour être observée avec un télescope d'amateur, a la carte d'identité suivante :

- Masse : $0,08 M_{\odot}$
- Rayon : $0,12 R_{\odot}$
- Température : 2.550 K
- Luminosité : $0,0005 L_{\odot}$

Modeste, Trappist-1 est cependant exceptionnelle. Trois exoplanètes, en effet, ont été découvertes autour d'elle, avec des tailles et des températures semblables à celles de Vénus et de la Terre. Trappist-1b et Trappist-1c ont, respectivement, une période orbitale d'environ 1,5 et 2,4 jours. La troisième planète, Trappist-1d, est moins bien précisée. Sa période orbitale se situerait entre 4,5 et 73 jours. Les deux premières sont probablement inhospitalières car vraiment trop chaudes. Elles reçoivent, respectivement, quatre fois et deux fois la quantité de lumière reçue par la Terre. Elles ne se trouvent donc pas dans la zone d'habitabilité mais n'en sont pas si loin, de sorte qu'il n'est pas totalement exclu que certaines régions soient vivables. Si près de leur étoile, en effet, leur rotation doit être verrouillée par les forces de marée, s'effectuant en même temps que leur révolution. Si c'est bien le cas, alors, comme la Lune pour la Terre, elles présentent toujours la même face à leur soleil. Une moitié de la planète vit un jour perpétuel tandis que l'autre reste éternellement dans l'obscurité. Le cas de Trappist-1d reste en suspens mais il n'est pas déraisonnable de déduire de cette observation que des exoplanètes potentiellement habitables existent autour d'étoiles naines très froides. Elles ne devraient pas être rares pour que l'une d'elles soit découverte aussi près du Soleil. De fait, ce système planétaire se présente comme celui où il est le plus facile à ce jour de trouver des biosignatures et ce d'ici probablement une dizaine d'années avec la nouvelle génération de télescopes qui s'apprêtent à voir leurs premières lumières.

De toute façon, la chasse aux naines ultrafroides avec cortège d'exoplanètes ne fait que commencer car Trappist est le prototype de Speculoos, quatre télescopes robotisés qui chercheront des planètes habitables autour de 500 de ces étoiles au cours des cinq prochaines années.