

célèbres, *Helix Nebula*. WD 2226-210 est le chaînon manquant entre les étoiles de type solaire et les naines blanches plus âgées comme G 29-38. Elle est accompagnée d'un disque poussiéreux qui s'étend jusqu'à 100 UA, une échelle comparable à celle du Système solaire. Ce disque est beaucoup plus étendu que ceux d'autres naines blanches, trop pour qu'il soit constitué d'astéroïdes déchiétés par la gravité de l'étoile. Il doit plutôt être formé de débris créés par les collisions mutuelles d'astéroïdes ou de comètes.

Par conséquent, quand l'étoile qui a donné naissance à la naine blanche WD 2226-210 est morte, au moins une partie des astéroïdes et comètes devaient se trouver suffisamment loin pour survivre. Et d'éventuelles planètes distantes, *a priori* plus résistantes, devraient avoir également survécu. En se refroidissant, la naine blanche éclairera plus faiblement le disque, dont les régions externes finiront par deve-

nir invisibles. Mais le disque continuera à être la source d'astéroïdes qui s'approcheront assez près de la naine blanche pour être réduits en poussière.

Fausses étoiles, vrais disques

Les naines brunes sont le troisième exemple d'étoiles de type non solaire susceptibles d'héberger des planètes. Elles sont très différentes des naines blanches, malgré leur nom. Elles ne résultent pas de la mort d'une étoile de type solaire : ce sont des objets substellaires. Elles commencent par se former de la même façon que les étoiles mais, pesant moins de huit pour cent du Soleil, elles ne sont jamais devenues assez chaudes et denses pour que la fusion nucléaire se maintienne dans leur cœur. Tout au plus rayonnent-elles en infrarouge la chaleur qu'elles ont accumulée lors de leur formation. Ces

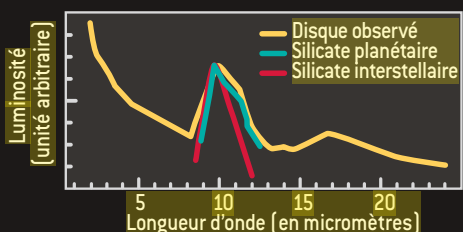
LES AUTEURS



Michael WERNER est responsable scientifique du télescope spatial *Spitzer* de la NASA. Michael JURA est professeur d'astronomie à l'Université de Californie à Los Angeles.

LES SYSTÈMES AUTOUR DE NAINES BLANCHES

De nombreuses naines blanches s'accompagnent d'un minuscule disque de matériau, sans doute les restes d'un astéroïde pulvérisé par un passage près de l'étoile. Certains disques ont révélé dans leur spectre la signature de silicates (*courbe jaune ci-dessous*). Ce spectre correspond à celui des silicates des corps rocheux du Système solaire (*courbe verte*), plutôt qu'aux silicates interstellaires (*courbe rouge*). Cela suggère que des planètes ont un jour résidé autour de la naine blanche, voire se trouveraient toujours, invisibles, en périphérie du système.



NAINES BLANCHES ET DISQUE D'ACCRÉTION

Nom : G 29-38
Âge : 600 millions d'années
Rayon de l'étoile : 10 000 kilomètres
Étendue du disque : 0,001 à 0,01 unité astronomique

Un second type de disque de débris autour d'une naine blanche est visible (*en rouge*) au centre de cette image infrarouge de la nébuleuse de l'Hélice. Il constitue probablement l'équivalent de la ceinture de Kuiper, une population de petits corps glacés au confins du Système solaire. De tels disques pourraient exister autour d'autres naines blanches, mais ils sont indétectables, car ils ne sont pas assez éclairés par leur étoile.

NAINES BLANCHES ET DISQUE DE DÉBRIS

Nom : WD 2226-210 (nébuleuse de l'Hélice)
Âge : 10 000 ans
Rayon de l'étoile : 10 000 kilomètres
Rayon du disque : 100 unités astronomiques

NASA/JPL-CALTECH/IT. PYLE/Spitzer Science Center

NASA/JPL-CALTECH/IK. SU University of Arizona

15 dernières années, les relevés astronomiques ont découvert des centaines de naines brunes, parfois à peine plus massives que Jupiter.

Ces astres, même les plus petits d'entre eux, peuvent posséder des disques et donc peut-être des planètes. Cette possibilité est étayée par des observations montrant que les disques des naines brunes subissent une série de modifications systématiques (dont une baisse de l'émission infrarouge des silicates) attribuables à la coalescence des particules de poussière. Les mêmes changements se produisent

dans les disques d'étoiles plus grosses et signalent la croissance des planétésimaux (les « briques » planétaires). Les disques des naines brunes sont trop peu fournis pour que des planètes aussi massives que Jupiter se forment, mais ils sont largement suffisants pour des planètes comme Uranus ou Neptune. Certaines équipes ont annoncé la découverte de planètes autour de naines brunes, mais aucune de ces affirmations n'est démontrée de façon certaine.

En résumé, les astronomes ont découvert des planètes autour d'au moins une

La course aux nouvelles Terres

En mars 2009, le télescope spatial *Kepler* de la NASA a entamé sa mission de quatre ans ayant pour objectif de découvrir des planètes de type terrestre, ou telluriques. Comme son prédécesseur, le satellite CoRoT du Centre national d'études spatiales français (CNES), lancé en 2006, *Kepler* guette la baisse de luminosité éventuelle chez une des quelque 150 000 étoiles surveillées. Une diminution de l'éclat d'une étoile peut avoir toutes sortes d'explications, mais si elle se produit périodiquement, cela n'est plus du hasard : une planète se trouve certainement sur une orbite qui l'amène à couper la ligne de visée entre le télescope et l'étoile. À chaque passage (ou transit) devant son étoile, la planète bloque une partie de la lumière stellaire. Une planète semblable à la Terre ferait décroître la luminosité de son étoile de l'ordre de 1 pour 10 000 environ.

En 2009, CoRoT a détecté une planète ayant un diamètre près de deux fois plus grand que celui de la Terre. CoRoT 7b – c'est son nom – est en orbite tellement serrée autour de son étoile que l'année n'y dure que 20 heures terrestres ! *Kepler*, avec un miroir trois fois et demie plus grand que celui de CoRoT, devrait trouver des dizaines ou des centaines de simili-Terres en orbite à des distances plus confortables de leur étoile (la méthode de détection la plus féconde, celle des vitesses radiales, fondée sur la petite attraction exercée par la planète sur son étoile, n'est pas sensible à des

planètes aussi petites). Mais pour observer des transits, les orbites des planètes doivent couper notre ligne de visée, ce qui, statistiquement, se produit une fois sur 100 seulement. *Kepler* devrait néanmoins pouvoir recenser un échantillon statistiquement significatif des planètes jumelles de la Terre dans notre Galaxie (à ce jour, il a à son actif 700 candidats planètes, dont 8 seulement sont confirmées).

Mais si les astronomes atteignent cet objectif, il restera encore

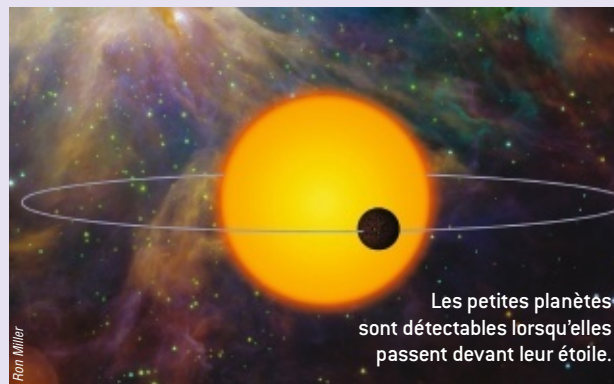
ils ne pourront discerner aucun des indices de la vie. Même la mission SIM (*Space Interferometry Mission*), dont le lancement est prévu vers 2015, ne nous apprendra pas grand-chose sur les planètes telluriques qu'elle découvrira.

Les instruments capables d'évaluer le caractère habitable d'une planète seront disponibles plus tard, principalement en raison de leur coût prohibitif. Les projets TPF (*Terrestrial Planet Finder*) de la NASA et la mission *Darwin* de l'Agence spatiale eu-

Large Telescope européen. Bien qu'ils ne soient pas conçus spécifiquement pour étudier les planètes extrasolaires, ces télescopes seront équipés de coronographes, qui permettent de bloquer la lumière d'une étoile pour observer d'éventuels corps peu lumineux se cachant dans sa couronne stellaire. Ces instruments pourraient produire des images de planètes géantes gazeuses autour des plus proches étoiles (s'il y en a). Ils pourraient aussi recueillir le spectre des objets en orbite serrée.

Ainsi, durant les quelques années à venir, les missions CoRoT et *Kepler* livreront des résultats passionnants, mais ensuite arrivera sans doute une période de frustration où l'on devra se contenter de rêver à ce qui pourrait encore être découvert. Une telle progression par à-coups n'est pas rare en science. Des résultats positifs appuieront certainement le financement de nouveaux observatoires spatiaux. La recherche de planètes dans des environnements extrêmes, tels que le voisinage d'étoiles à neutrons, de naines blanches et de naines brunes, nous montrera dans quelle mesure la formation planétaire est robuste. Mais il faudra encore un investissement de longue haleine pour découvrir quelle place occupe la Terre dans toute la gamme des planètes.

Donald Goldsmith,
ancien éditeur scientifique
et auteur de l'ouvrage
400 Years of the Telescope



Les petites planètes sont détectables lorsqu'elles passent devant leur étoile.

une question cruciale : quelles sont les conditions sur ces planètes ? Sont-elles favorables à la vie ? Lorsqu'une planète géante gazeuse transite devant son étoile, les astronomes peuvent analyser la composition de son atmosphère en mesurant l'absorption de la lumière stellaire à différentes longueurs d'onde. Mais les planètes terrestres sont trop petites pour que cette technique fonctionne. Aussi CoRoT et *Kepler* peuvent-ils trouver d'autres Terres, mais

ropéenne (ESA) pourraient réaliser des mesures spectroscopiques de la surface et de l'atmosphère des planètes telluriques, mais aucun n'a encore dépassé le stade de l'étude. Un projet commun coûterait près de deux milliards d'euros et prendrait une décennie. Pour l'instant, nos meilleurs espoirs sont le télescope spatial *James Webb* (JWST), dont le lancement est prévu en 2014, et la prochaine génération de grands télescopes au sol, tel l'*Extremely*