

Des observations ont depuis confirmé ce scénario. Des télescopes au sol et le télescope spatial *Spitzer* ont permis d'identifier une quinzaine de naines blanches présentant des excès d'infrarouge et des

tils tels que le carbone et le sodium, par rapport aux éléments plus stables sous forme solide, tels le silicium, le fer et le magnésium. Cette répartition correspond à celle des astéroïdes et des planètes

notée UA) et ne sont pas plus massifs qu'un astéroïde de 30 kilomètres de diamètre, ce qui est en accord avec l'hypothèse qu'ils proviennent de la désintégration d'un tel objet. Ce ne sont pas des lieux de formation de planètes, mais plutôt des indicateurs que du matériau planétaire a survécu à la mort de l'étoile. Des calculs théoriques suggèrent que des astéroïdes et des planètes de type terrestre peuvent survivre à la transformation de leur étoile en géante rouge s'ils gravitent à plus d'une unité astronomique. Quand notre Soleil mourra, par exemple, Mars devrait s'en sortir, alors que le destin de la Terre est incertain.

La naine blanche WD 2226-210 nous donne une idée des régions d'un système planétaire qui pourraient survivre à la fin de l'étoile. Cette naine blanche est toute récente, si bien que les couches externes éjectées par l'étoile de type solaire initiale sont encore visibles sous la forme d'une des nébuleuses planétaires les plus

LES DISQUES OBSERVÉS AUTOUR DES NAINES BLANCHES sont sans doute des astéroïdes réduits en poussière à la suite d'un passage trop près de l'étoile.

anomalies en éléments lourds comparables. Pour G29-38 et sept autres étoiles, *Spitzer* a même identifié l'émission infrarouge de silicates présents dans les disques. Ces silicates ressemblent à la poussière dans le Système solaire et sont très différents de la poussière de l'espace interstellaire. De plus, les éléments lourds ne se trouvent pas en quantités égales dans les couches externes de ces naines blanches. Elles sont déficientes en éléments vola-

rocheuses du Système solaire. Tous ces indices étayent l'hypothèse selon laquelle les disques observés sont des astéroïdes réduits en poussière.

Les disques des naines blanches sont beaucoup plus petits que ceux qui donnent naissance aux planètes autour des jeunes étoiles de type solaire. À en juger par l'émission infrarouge, ils ne s'étendent que sur 0,01 unité astronomique (la distance moyenne du Soleil à la Terre,

LES SYSTÈMES AUTOUR D'ÉTOILES À NEUTRONS

Les étoiles à neutrons, vestiges d'étoiles massives ayant explosé en supernova, sont sans doute les hôtes les plus inattendus pour des systèmes planétaires. L'étoile à neutrons 4U 0142+61, âgée de 100 000 ans, est ceinturée d'un disque de débris stellaires. Ces débris pourraient être en train de s'agréger en briques planétaires (*vue d'artiste à droite*). La présence de planètes a été confirmée autour d'une autre étoile à neutrons, PSR 1215+12. Ses impulsions radio, normalement périodiques, sont légèrement décalées dans le temps (*ci-dessous à droite*), indiquant que l'étoile est perturbée par trois corps en orbite (*à gauche*).

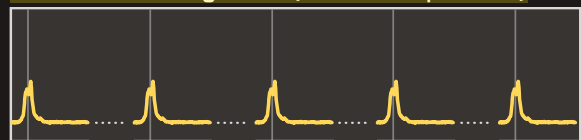
ÉTOILE À NEUTRONS ET DISQUE PROTOPLANÉTAIRE

Nom : 4U 0142+61
Âge : 100 000 ans
Rayon de l'étoile : 10 kilomètres
Rayon du disque : 1 unité astronomique

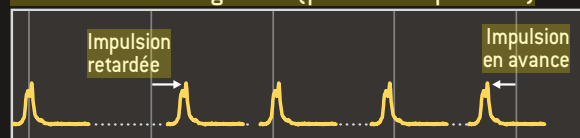
PULSAR ET PLANÈTES

Nom : PSR 1257+12
Âge : 800 millions d'années
Rayon de l'étoile : 10 kilomètres
Rayon des orbites planétaires : 0,19, 0,366 et 0,46 unités astronomiques
Masses des planètes : 0,02, 4,3 et 3,9 masses terrestres

Émissions radio régulières (absence de planètes)



Émissions radio irrégulières (présence de planètes)



NASA/JPL-CALTECH/IR. NURT Spitzer Science Center

Melissa Thomas

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.

Fausse 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

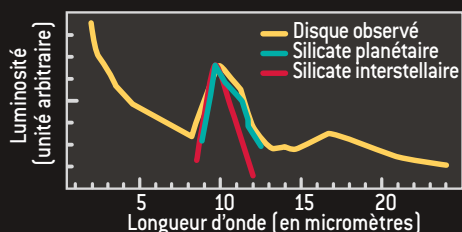
LES AUTEURS



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