

■ L'AUTEUR



Matthew KENWORTHY est maître de conférences en astronomie à l'observatoire

de Leyde, aux Pays-Bas. Il étudie les exoplanètes et fabrique des coronographes optiques pour faciliter leur photographie.

Ces immenses anneaux seraient les premiers

à être découverts en dehors du Système solaire

C'en est un secret pour personne, l'astronomie se développe en grande partie dans les bureaux et les observatoires où travaillent les chercheurs. Mais si vous souhaitez entendre les théories les plus fascinantes, il faut parfois s'aventurer là où les esprits baissent la garde et laissent libre cours aux idées les plus folles. Ainsi, dans l'un des meilleurs bars de Tucson, aux États-Unis, le « 1702 », tout près de l'observatoire Steward de l'université d'Arizona, mon collègue Eric Mamajek, de l'université de Rochester, m'a confronté à une énigme qui nous a embarqués dans une folle chasse au trésor : trouver en dehors du Système solaire la première planète munie d'anneaux. Cette quête étonnante a nécessité les télescopes les plus modernes, mais aussi des observations astronomiques datant d'un siècle. Ce faisant, nous avons trouvé non seulement un système d'anneaux plus grand que celui de Saturne, mais également ce qui semble être une lune nouvellement née.

L'histoire débute un peu plus tôt en cette année 2011 à l'université de Rochester, lorsque Eric Mamajek et son doctorant Mark Peca ont constitué un catalogue de jeunes étoiles proches de la Terre. Afin de connaître l'âge de ces astres, le duo analyse les vitesses de rotation stellaire. En effet, les étoiles jeunes tournent sur elles-mêmes plus vite que les étoiles plus âgées, et leur vitesse de rotation est obtenue en scrutant l'apparition et la disparition des taches stellaires (des régions plus sombres et plus froides à la surface de l'étoile).

L'une des prétendantes au catalogue d'étoiles jeunes n'a pas de nom, juste un code qui correspond à la campagne d'observation SuperWASP dont sont issues les données (débutée en 2004 afin de détecter des exoplanètes) et à sa position dans la constellation du Centaure : 1SWASP J140747.93-394542.6. Nous l'appellerons J1407 pour simplifier. À l'instar des autres étoiles étudiées, J1407, distante de quelque 418 années-lumière, est trop lointaine pour que ses taches soient visibles directement. Par conséquent, les chercheurs se reportent sur la « courbe de luminosité » (la luminosité reçue en fonction du temps) et espèrent y mesurer les légères

diminutions de luminosité dues à l'apparition des taches stellaires sur l'astre au fil de sa rotation.

L'analyse de la variation de la luminosité indique bien que l'étoile J1407 est une jeune étoile en rotation rapide. Cependant, les données enregistrées et archivées depuis quelques années livrent d'autres informations étonnantes. En 2007, cette étoile *a priori* quelconque s'est mise à clignoter irrégulièrement pendant de nombreuses nuits, avant de s'assombrir au point de devenir quasi invisible sur une semaine, et de finalement retrouver son éclat habituel. En revanche, les données récoltées sur d'autres périodes n'indiquent pas de telles évolutions de luminosité. L'événement isolé de 2007 n'a alors pas retenu l'attention, et les données sont restées inexploitées. Mais Eric Mamajek, après en avoir pris connaissance début 2011, n'a cessé d'y repenser.

« J'ai affiché dans mon bureau un tirage de la courbe de luminosité, et je l'ai regardée pendant des semaines », me raconta-t-il quelque temps plus tard dans ce bar de Tucson. « Cette structure et ces détails dingues étaient uniques. À quoi donc pouvaient être dus ces rapides changements de luminosité de l'étoile ? » Peu après cette discussion, nous avons commencé à collaborer pour résoudre le mystère. Nous avons rapidement écarté les coupables les plus évidents, tels des dysfonctionnements de détecteurs ou de mauvaises conditions d'observation. Quelle qu'en soit sa nature, la source des mystérieuses baisses de luminosité de J1407 ne se trouvait pas sur Terre.

Une étoile qui clignote bizarrement

Nous savions pertinemment que des planètes sont également à l'origine de semblables diminutions de luminosité lorsqu'elles « transitent » devant leur étoile, vue depuis la Terre. Eric Mamajek et Mark Peca ont bien récupéré la courbe de luminosité de J1407 dans la base de données du relevé SuperWASP, qui a permis à ce jour de trouver 118 planètes en transit en surveillant environ 31 millions d'étoiles... Nous avons conclu que quelque chose de très rapide et volumineux devait éclipser J1407 et la faire clignoter. La rapidité des fluctuations de luminosité suggérait que l'objet « masquant » était passé devant le disque stellaire à une vitesse de 30 kilomètres par seconde, et néanmoins l'éclipse

avait persisté pendant 56 jours ! Cette durée signifiait que l'objet devait avoir une taille supérieure à 180 millions de kilomètres.

Seules quelques explications plausibles sont compatibles avec un objet d'une telle taille. Une par une, nous les avons envisagées, et nous les avons écartées. S'agirait-il d'une ceinture de poussières en orbite près de l'étoile ? Non, car aucun rayonnement infrarouge n'a été observé autour de J1407, un tel rayonnement étant révélateur de la présence de poussières chaudes. Devrions-nous imaginer un système binaire constitué d'une étoile de type géante rouge capable d'éclipser son plus petit compagnon (une naine blanche, une étoile à neutrons ou un trou noir) ? Non, car ces systèmes émettent beaucoup plus de rayons X, et J1407 ne semble pas être une étoile géante.

Ce clignotement serait-il dû à l'ombre créée fortuitement par un objet flottant dans l'espace interstellaire profond, entre la Terre et l'étoile ? J1407 serait-il un système complexe à trois étoiles dont l'un des compagnons, large de 180 millions de kilomètres, produirait des éclipses ? Aucune de ces possibilités ne correspondait davantage aux données. En fin de compte, l'explication compatible avec toutes les observations et qui restait la plus simple demeurait toutefois bien étrange : les chutes mesurées de la luminosité seraient le fait d'un système d'anneaux géant (quelque 200 fois plus

étendu que celui de Saturne) en orbite autour d'une planète invisible qui serait passée devant son étoile J1407, en 2007.

Mais quels indices nous ont menés sur la piste d'un système d'anneaux ? Le niveau de détail visible à toutes les échelles temporelles était sans doute la caractéristique la plus frappante de la courbe de luminosité : l'éclipse globale durait 56 jours, mais des changements rapides se produisaient parfois en seulement vingt minutes. Ces derniers nous amenèrent à penser que l'objet masquant avait de nombreuses sous-structures. En outre, la forme quasi symétrique de la courbe de luminosité suggérait un objet de géométrie elliptique ou circulaire, à l'image du système d'anneaux de Saturne. Si notre approche est juste, ces immenses anneaux planétaires seraient les premiers à être découverts en dehors du Système solaire.

La chasse aux planètes

Si nous étions réellement face à un système d'anneaux géant, alors il devrait y avoir une planète également géante autour de J1407 qui maintiendrait ces anneaux en place. Nous nous sommes donc mis en quête de cette planète, que nous nommons J1407b, à l'aide de deux des plus imposants observatoires : le télescope de 10 mètres de diamètre Keck II, à Hawaï, et le télescope VLT de 8,2 mètres, au Chili.

Même les plus massives et les plus brillantes des planètes restent faiblement lumineuses et difficiles à distinguer aux abords de leur étoile hôte. Par chance, J1407 est une jeune étoile dont l'âge est estimé à seulement 16 millions d'années : toute planète gazeuse géante en orbite autour d'elle brillerait encore fortement dans l'infrarouge en raison de la chaleur de sa récente formation. Étant donné la distance qui nous sépare de J1407, une planète se déplaçant sur une orbite équivalente à Jupiter (la plus importante des planètes du Système solaire) serait séparée de l'étoile d'un angle de 50 millisecondes. Cette valeur est équivalente à la distance entre les poteaux de but d'un terrain de foot vus depuis la surface de la Lune. Bien que difficile, une telle observation est à notre portée.

Pendant deux ans, nous nous sommes attelés à obtenir une « image » de la planète tout en traquant les oscillations de l'étoile dues à la faible force d'attraction de cet objet invisible en orbite. Pour chaque révolution de la planète, l'étoile montrerait un balancement latéral infime. Nous avons également mis à contribution un réseau d'astronomes professionnels et amateurs afin d'effectuer un suivi de la luminosité de J1407 toutes les nuits, à la recherche d'une nouvelle atténuation qui signalerait le début d'une éclipse.

Hélas, nous n'avons rien trouvé. Ce résultat n'invalide pas pour autant l'existence de la planète ; même dix fois plus

UN CURIEUX MOTIF D'OMBRES ET DE LUMIÈRE

Une courbe de luminosité (le tracé de la variation de luminosité d'un objet en fonction du temps) est un outil essentiel pour étudier les étoiles. Une brève augmentation de la luminosité résulte parfois d'une éruption stellaire, tandis qu'une baisse momentanée signale le surgissement des taches stellaires ou l'ombre d'une planète en orbite. Mais les fluctuations complexes de la courbe de luminosité de l'étoile J1407 en 2007 (*ci-dessous*) ne ressemblent à rien de connu. Par un étrange phénomène, l'étoile a scintillé et pâli pendant plusieurs mois.

Pendant 56 jours, la luminosité de J1407 a fortement chuté, ce qui laisse penser que l'étoile a été masquée par un objet de 180 millions de kilomètres de diamètre.



Les points représentent l'intensité de la luminosité stellaire ; les interstices sont un manque d'information (lumière du jour ou mauvais temps). Les variations de la luminosité suggèrent une structure cachée.