

LES MAJESTUEUX ANNEAUX DE SATURNE

ne sont pas aussi uniques qu'on le pensait. Ils seraient même surpassés en taille par des systèmes géants tels que celui de J1407b, qui sont sans doute monnaie courante dans la Galaxie.

NASA, JPL et Space Science Institute

considérons un instant le système d'anneaux de Saturne et sa transformation au fil du temps. L'apparence monobloc de ses anneaux est en fait une illusion. Ces derniers sont constitués de particules de glace qui tracent des orbites circulaires autour de la planète. Les anneaux, formés d'agrégats de particules, sont malmenés par de minuscules lunes (des lunes mineures) qui sont en orbite en leur sein et jusqu'au-delà de leur bord externe. Il est admis que Saturne était autrefois doté d'anneaux plus larges, mais que les petites particules situées en périphérie du système se sont regroupées sous l'effet de leur attraction mutuelle. Ce processus, de plus en plus efficace à mesure que les masses se sont concentrées, a formé certaines des lunes de Saturne qui nous sont familières. Ce spectacle, aussi beau qu'éphémère, n'est plus de notre temps et il aurait fallu une bonne dose de chance pour l'observer ailleurs, en « direct ».

Comme le système d'anneaux de Saturne il y a longtemps, celui de J1407b semble aujourd'hui en transition. Notre modèle suggère que le système présente une large brèche, probablement formée par ce que les astronomes n'ont jamais vu

auparavant : une lune (une exolune nouvellement née) en orbite autour de J1407b. D'après nos calculs, ce satellite ferait le tour de J1407b en presque deux années et aurait la masse de Mars. À lui seul, l'espacement dans les anneaux ne peut constituer une détection catégorique d'exolune. Mais si la réalité de J1407b et de son système d'anneaux se confirme, ce sera la meilleure indication disponible pour dévoiler l'existence de ces objets que les astronomes recherchent depuis longtemps.

Sur la piste d'une exolune de la taille de Mars

Ce système exotique nous offre un panorama spectaculaire. En arrivant de l'espace interstellaire, vous seriez ébloui par la luminosité de l'étoile primaire dominant allègrement l'éclat terne, mais rougeoyant, de sa planète. À l'approche de cette dernière, les anneaux se dévoileraient par de brillantes rayures sur le fond sombre de l'espace. Ceinturé de débris variés produits par les collisions, le plan des anneaux serait envahi par des agrégats de matière. Le plus gros d'entre eux, à savoir une lune de la taille de Mars, aura balayé un espace important

dans le système et créé une grande lacune. Si cette lune est dotée d'une atmosphère, les particules égarées issues des anneaux brûleraient sous l'effet des frottements lors de leur traversée, en emplissant le ciel d'une pluie de météores scintillants.

J1407b représente pour les astronomes bien plus que la possibilité d'imaginer des paysages saisissants. Les planètes gazeuses géantes en orbite rapprochée autour de leur étoile sont parmi les compagnons les plus faciles à détecter. Sans surface solide, elles offrent des perspectives médiocres pour la vie telle que nous la connaissons. Mais une lune imposante qui graviterait autour de celle-ci serait bien différente, car elle offrirait une surface rocheuse porteuse d'eau relativement hospitalière pour la vie. Si le Système solaire est une référence, notre galaxie abriterait des milliers de milliards de grosses lunes en orbite autour de planètes géantes. Prouver l'existence de lunes autour de géantes gazeuses extrasolaires élargirait le champ des possibles pour les lieux d'apparition de la vie.

Depuis quelques années, un petit noyau de chercheurs traque sans relâche les exolunes, principalement par l'intermédiaire des effets indirects qu'elles

induisent sur le mouvement de leurs hôtes. Les planètes en transit atténuent de manière précise et périodique la luminosité de leur étoile mère, mais la masse d'une importante et invisible exolune entraîne un décalage supplémentaire dans le déroulement par ailleurs régulier des éclipses. Des astronomes tels que David Kipping, de l'université Columbia, ont mené des études poussées pour mettre au jour ces signatures d'exolunes dans les courbes de lumière de planètes à transit découvertes par le satellite *Kepler* de la Nasa. À ce jour, ils n'en ont trouvé aucune. Mais la lune possible de J1407b nous amène à penser que ces recherches porteront bientôt leurs fruits.

Cependant, la planète comme sa lune restent hypothétiques. Les plus grands télescopes et les instruments les plus sensibles sur Terre ne sont pas encore parvenus à trouver des preuves irréfutables de leur existence. En revanche, des données plus anciennes et archivées, recueillies grâce à des technologies aujourd'hui rudimentaires, seraient en mesure de nous apporter ces preuves...

Retour vers le futur

Le centre d'astrophysique Harvard-Smithsonian, à Cambridge aux États-Unis, accueille de nombreux chercheurs qui récupèrent les données des télescopes spatiaux, écrivent des articles, exécutent des simulations et assistent à des séminaires. À quelques mètres de ce bâtiment plein d'animation, hébergés dans une annexe aux murs de briques où peu de monde s'aventure, se trouvent les Harvard Plate Stacks et ses piles de grosses enveloppes en papier posées sur de longues étagères couvrant les murs jusqu'au plafond sur trois étages. Il ne s'agit pas d'un magasin de vente de disques en vinyle : ces écrans contiennent en réalité plus de un million de plaques photographiques provenant de divers observatoires, soit un quart de la collection mondiale. Cela représente un siècle d'observations du ciel nocturne.

Ces clichés historiques sont maintenant passés en revue par le projet *Digital Access to a Sky Century @ Harvard*, qui a pour objectif de numériser et de mettre en ligne toutes les données stockées sur ces fragiles plaques de verre. Nous avons déterminé que J1407 apparaît sur environ 700 de ces plaques, des images prises entre 1901 et 1984. Avec ces

données complémentaires, nous espérons dévoiler d'autres éclipses et déterminer ainsi leur fréquence. Pour l'heure, notre meilleure estimation est que la prochaine éclipse de J1407 se produira au cours de la décennie à venir.

La course est engagée pour trouver de nouveaux systèmes d'anneaux géants et d'exolunes semblables à celui dont on soupçonne la présence autour de J1407b

Nous sommes ainsi toujours à la recherche d'une preuve définitive de l'existence de la planète et de ses anneaux. Des astronomes enthousiastes surveillent J1407 presque toutes les nuits et cherchent à observer la baisse de luminosité attendue quand les anneaux les plus externes commencent à passer devant l'étoile. Lorsque cela se produira, de nombreuses observations seront menées pour étudier les anneaux beaucoup plus en détail. Nous utiliserons les spectrographes des plus grands télescopes afin de collecter une partie de la lumière stellaire filtrant à travers et autour des anneaux (ce qui révélera leur composition chimique et la façon dont elle varie avec la distance à J1407b). Et pour ne rien gâcher, J1407 est une étoile relativement brillante visible depuis l'hémisphère Sud, facile à observer : des astronomes du monde entier munis de petits télescopes seront en mesure d'enregistrer les fluctuations de luminosité de l'étoile en temps réel et d'offrir une surveillance en continu, 24 heures sur 24.

Notre plongée dans les anneaux géants de J1407b n'est que le début d'une longue série d'études concernant les mécanismes de formation des systèmes stellaires. Il est admis que les planètes géantes nouvellement nées sont flanquées de disques circumplanétaires tumultueux qui se condensent en anneaux et en lunes. Nous espérons bientôt détecter d'autres systèmes de ce type grâce aux ombres qu'elles projettent au loin et sur nous, à travers la Galaxie. Maintenant que nous savons ce que nous cherchons, la course est engagée pour trouver de nouveaux systèmes d'anneaux géants et d'exolunes semblables à celui dont nous soupçonnons la présence autour de J1407b. ■

BIBLIOGRAPHIE

M. A. Kenworthy et E. E. Mamajek, Modeling giant extrasolar ring systems in eclipse and the case of J1407b : Sculpting by exomoons ?, *Astrophysical Journal*, vol. 800(2), article n° 126, 2015.

E. E. Mamajek et al., Planetary construction zones in occultation : Discovery of an extrasolar ring system transiting a young Sun-like star and future prospects for detecting eclipses by circumsecondary and circumplanetary disks, *Astronomical Journal*, vol. 143(3), article n° 72, 2012.

Entretien avec J.-Ph. Beaulieu, Petites, sombres, lointaines : comment les détecter ?, *Dossier Pour la Science*, n° 64, 2009.

SUR LE WEB

Portail pédagogique du Labex ESEP sur les systèmes planétaires et les exoplanètes : www.esep.pro/Sciences-pour-les-Exoplanetes-et.html