

EMBARGO : Lundi, 25 janvier 2021, 16:00 CET

Communiqué de presse, 25 janvier 2021

CHEOPS découvre un système planétaire unique

Le télescope spatial CHEOPS a détecté six planètes en orbite autour de l'étoile TOI-178. Les périodes orbitales de cinq d'entre elles sont en harmonie, malgré des densités très différentes, remettant en question notre compréhension de la formation et de l'évolution des systèmes planétaires. CHEOPS est une mission conjointe de l'Agence spatiale européenne (ESA) et de la Suisse, sous l'égide de l'Université de Berne, en collaboration avec l'Université de Genève (UNIGE).

Des notes de musique qui se complètent agréablement peuvent former une harmonie. Elles entretiennent alors entre elles une relation particulière : lorsqu'elles sont exprimées sous forme de fréquences, leurs rapports donnent des fractions simples, comme quatre tiers ou trois moitiés. Un système planétaire peut lui aussi former une sorte d'harmonie lorsque les rapports des périodes orbitales de ses planètes forment des fractions simples. Par exemple, lorsqu'une planète met trois jours pour orbiter autour de son étoile et que sa voisine en met deux. Grâce au télescope spatial CHEOPS, une équipe de scientifiques dirigée par Adrien Leleu, astrophysicien au Département d'astronomie de la Faculté des sciences de l'UNIGE, au Centre de l'Espace et de l'Habitabilité (CSH) de l'Université de Berne et au Pôle de recherche national (PRN) PlanetS, a trouvé une relation de cette nature entre cinq des six planètes en orbite autour de l'étoile TOI-178, située à plus de 200 années-lumière de la Terre. Les résultats ont été publiés dans le journal *Astronomy and Astrophysics*.

Une pièce manquante dans un puzzle inattendu

« Ce résultat nous a surpris car les observations précédentes de la mission TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite) de la NASA suggéraient l'existence d'un système à trois planètes, dont deux en orbite très rapprochées, autour de TOI-178. Nous avons mené des observations complémentaires avec d'autres instruments, comme le spectrographe ESPRESSO au très grand télescope (VLT) de l'ESO, au Chili, mais les résultats ont été peu concluants », se souvient Adrien Leleu. Lorsqu'avec ses collègues il propose d'étudier ce système de plus près, il ne savait donc pas à quoi s'attendre. Pour y voir plus clair, la précision et la capacité de pointage de CHEOPS étaient nécessaires, mais cela s'est avéré plus difficile que prévu. « Après avoir analysé les données des onze jours d'observation du système avec CHEOPS, il semblait qu'il y avait plus de planètes que nous ne l'avions pensé au départ », explique le chercheur. L'équipe a identifié une solution possible comportant cinq planètes. Elle a donc décidé de consacrer une précieuse journée de temps d'observation supplémentaire à ce système, confirmant la présence de cinq planètes avec des périodes orbitales d'environ 2, 3, 6, 10 et 20 jours.

Alors qu'un système à cinq planètes aurait été une découverte remarquable en soi, Adrien Leleu et ses collègues ont remarqué qu'il y avait peut-être plus que cela : le système semblait être en harmonie. « Notre théorie impliquait qu'il pouvait y avoir une planète supplémentaire dans cette harmonie, mais sa période orbitale devait se situer dans une très petite fourchette centrée sur environ 15 jours. Si la période différait de plus de dix minutes de la valeur prévue, le système aurait été chaotique », souligne Adrien Leleu. Pour vérifier le bienfondé de sa théorie, l'équipe de recherche a programmé une nouvelle observation avec CHEOPS, au moment exact où cette planète manquante – si elle existait – devait passer devant son étoile. Mais un accident a failli anéantir ce projet.

Prédiction confirmée malgré la quasi-collision

« Juste avant le moment de l'observation, un débris spatial a menacé de heurter le satellite CHEOPS », rappelle Yann Alibert, co-auteur et professeur d'astrophysique à l'Université de Berne. Le centre de contrôle de l'Agence spatiale européenne (ESA) a donc lancé une manœuvre d'évitement du satellite et toutes les observations ont été interrompues. « Mais à notre grand soulagement, cette manœuvre a été effectuée avec toute l'efficacité requise et le satellite a pu reprendre ses observations juste à temps pour saisir la mystérieuse planète qui passait », rapporte Nathan Hara, co-auteur de l'étude et maître assistant au Département d'astronomie de la Faculté des sciences de l'UNIGE. « Quelques jours plus tard, les données ont clairement indiqué la présence de cette planète supplémentaire et ont ainsi confirmé qu'il y avait bien six planètes dans le système TOI-178 », explique-t-il.

Un système qui remet en cause les connaissances actuelles

Grâce à la précision des mesures de CHEOPS et aux données antérieures de la mission TESS, du spectrographe ESPRESSO de l'ESO et d'autres, les scientifiques ont pu non seulement mesurer les périodes et les tailles des planètes, de 1,1 à 3 fois le rayon de la Terre, mais aussi estimer leurs densités. Une autre surprise les attendait : comparées à la façon harmonieuse et ordonnée dont les planètes tournent autour de leur étoile, leurs densités semblent être au contraire très disparates. « C'est la première fois que nous observons un tel phénomène », souligne Kate Isaak, chercheuse à l'ESA, qui ajoute que « dans les quelques systèmes que nous connaissons avec une telle harmonie, la densité des planètes diminue régulièrement à mesure que nous nous éloignons de l'étoile. Dans le système TOI-178, une planète terrestre dense comme la Terre semble être juste à côté d'une planète à la densité deux fois moindre que celle de Neptune, suivie d'une autre très similaire à Neptune. » « Le système remet en question notre compréhension de la formation et de l'évolution des systèmes planétaires », conclut Adrien Leleu.

Informations sur la publication :

A. Leleu et al.: Six transiting planets and a chain of Laplace resonances in TOI-178, *Astronomy & Astrophysics*.

<https://doi.org/10.1051/0004-6361/202039767>

Contact :

Dr. Adrien Leleu

Université de Genève et PRN PlanetS

Tel. +41 31 631 3116

E-Mail adrien.leleu@unige.ch

Prof. Dr. Yann Alibert,

Center for Space and Habitability et PRN PlanetS, Université de Berne

Tel. +41 31 631 55 47

E-Mail yann.alibert@space.unibe.ch

CHEOPS – À la recherche de planètes potentiellement habitables

La mission «CHEOPS» (CHAracterising ExOPlanet Satellite) est la première des «missions S-class» de l'ESA avec un budget bien inférieur à celui des missions de grande et moyenne taille, et une période plus courte entre le début du projet et le lancement.

CHEOPS se consacre à la caractérisation des transits d'exoplanètes. CHEOPS mesure les variations de luminosité d'une étoile lorsqu'une planète passe devant elle. Ces valeurs permettent de déduire la taille de la planète et ensuite de déterminer sa densité avec l'aide des données déjà disponibles. On obtient ainsi des informations capitales sur ces planètes —par exemple, si elles sont principalement rocheuses, si elles sont composées de gaz ou si on y trouve des océans profonds. C'est une étape importante pour déterminer si une planète réunit des conditions favorables au développement de la vie.

CHEOPS a été conçu dans le cadre d'une collaboration entre l'ESA et la Suisse. Un consortium de plus d'une centaine de scientifiques et ingénieurs originaires de onze pays européens a participé à la construction du satellite pendant cinq ans sous la direction de l'Université de Berne et de l'ESA. Mercredi 18 décembre 2019, CHEOPS a commencé son voyage dans l'espace à bord d'une fusée Soyouz-Fregat, au centre spatial européen de Kourou, en Guyane française. Depuis lors, le satellite spatial tourne autour de la Terre à une altitude de 700 kilomètres, le long de la frontière entre le jour et la nuit (terminateur). Il en fait un tour complet en une heure et demie environ.

La Confédération suisse participe au satellite CHEOPS dans le cadre du programme PRODEX (PROgramme de Développement d'Expériences scientifiques) de l'Agence spatiale européenne ESA. Grâce à ce programme, des contributions nationales pour des missions scientifiques peuvent être développées et mises en place par des équipes de projet issues de la recherche et de l'industrie. Ce transfert de connaissances et de technologie entre la science et l'industrie confère à la Suisse un avantage concurrentiel structurel en tant que place économique et permet à des technologies, des processus et des produits de se répandre sur d'autres marchés et de générer ainsi une valeur ajoutée pour notre économie.

Plus d'informations: <https://cheops.unibe.ch/fr/>

Recherche en astrophysique bernoise : parmi l'élite mondiale depuis le premier alunissage

Le 21 juillet 1969, Buzz Aldrin a été le deuxième homme à descendre du module lunaire. Il a tout de suite déployé le collecteur de vent solaire bernoise et l'a plantée dans le sol lunaire, avant même le drapeau américain. La planification et la construction du Solar Wind Composition Experiment (SWC) et les résultats analysés par le Prof. Dr. Johannes Geiss et son équipe à l'institut de physique de l'Université de Berne ont été le premier moment fort de l'histoire de la recherche en astrophysique bernoise.

Depuis, cette recherche fait partie de ce qui se fait de mieux au niveau mondial. Le bilan en chiffres est impressionnant : 25 fusées (1967-1993) et 9 montgolfières (1991-2008) ont emportés des instruments dans la haute atmosphère et l'ionosphère, et plus de 30 instruments ont intégré des sondes spatiales. Avec CHEOPS, l'Université de Berne partage la responsabilité de l'intégralité d'une mission avec l'ESA.

Le travail fructueux du [département de recherche en astrophysique et planétologie \(RAP\)](#) de l'Institut de physique de l'Université de Berne a été consolidé par la fondation d'un centre de compétences universitaire, le [Center for Space and Habitability \(CSH\)](#). Le Fonds national suisse a en outre accordé à l'Université de Berne le financement du [pôle de recherche national \(PRN\) PlanetS](#), qu'elle dirige avec l'Université de Genève.

Les exoplanètes à Genève : 25 ans d'expertise couronnés par un prix Nobel

CHEOPS apportera des informations cruciales sur la taille, la forme, la formation, l'évolution d'exoplanètes connues. L'installation du « Science Operation Center » de la mission CHEOPS à Genève, placé sous la supervision de deux professeurs du [Département d'Astronomie de l'UNIGE](#), est une continuation logique de l'histoire de la recherche dans le domaine des exoplanètes puisque c'est ici que la première a été découverte en 1995 par [Michel Mayor et Didier Queloz, lauréats du prix Nobel de physique 2019](#). Cette découverte a permis au Département d'Astronomie de l'Université de Genève de se situer à la pointe de la recherche dans le domaine, avec notamment la construction et l'installation de [HARPS](#) sur le télescope de 3.6m de l'ESO à La Silla en 2003, un spectrographe qui est resté pendant deux décennies le plus performant du monde pour déterminer la masse des exoplanètes. HARPS a cependant été surpassé cette année par ESPRESSO, un autre spectrographe construit à Genève et installé lui aussi sur le VLT à Paranal. CHEOPS est donc le résultat de deux expertises nationales, d'une part le savoir-faire spatial de l'Université de Berne avec la collaboration de son homologue genevoise, et d'autre part l'expérience au sol de l'Université de Genève secondée par sa consœur de la capitale. Deux compétences scientifiques et techniques qui ont également permis de créer le [pôle de recherche national \(PRN\) PlanetS](#).