

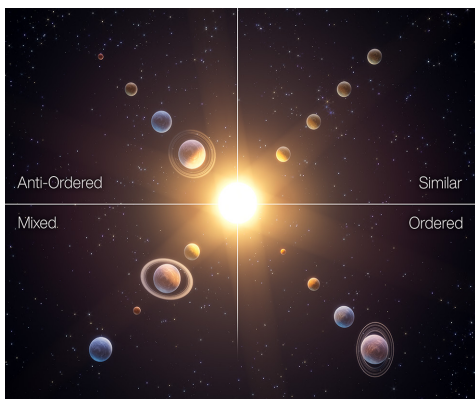


u<sup>b</sup>

<sup>b</sup>  
UNIVERSITÄT  
BERN

## Quatre classes de systèmes planétaires

Une équipe de l'UNIGE  
et de l'UNIBE révèle que les  
systèmes planétaires peuvent  
s'organiser de quatre manières  
différentes autour d'une étoile.



Représentation d'artiste des quatre types  
d'architecture de systèmes planétaires.  
Cette nouvelle nomenclature permettra aux  
scientifiques d'étudier la totalité d'un système  
planétaire comme une seule entité.

© NCCR PlanetS, Illustration: Tobias Stierli

Les astronomes ont longtemps suspecté que les systèmes planétaires ne sont pas tous structurés comme notre Système solaire. Une équipe de scientifiques des Universités de Berne et Genève, ainsi que du Pôle de Recherche National (PRN) PlanetS, démontre pour la première fois qu'il existe en réalité quatre types de systèmes planétaires. Cette classification permettra aux astronomes d'étudier ces systèmes dans leur ensemble et de les comparer à d'autres. Ces résultats sont à découvrir dans deux articles publiés dans la revue *Astronomy and Astrophysics*.

Au sein de notre Système solaire, tout semble bien ordonné: les petites planètes rocheuses telles que Vénus, la Terre ou Mars, orbitent à une distance relativement proche du Soleil. Les géantes de gaz et de glace, telles que Jupiter, Saturne ou Neptune, ont quant à elles des orbites plus larges autour du Soleil. Des chercheurs des Universités de Berne et Genève, membres du PRN PlanetS, démontrent dans deux études publiées dans le journal scientifique *Astronomy & Astrophysics* que notre système planétaire fait figure d'exception à cet égard.

### Comme des petits pois dans une cosse

«Sur la base d'observations réalisées il y a plus d'une décennie avec le télescope spatial Kepler, alors à la pointe de la technologie, les astronomes avaient remarqué que les planètes dans d'autres systèmes ressemblent généralement à leurs voisines respectives en termes de masse et de taille, comme des petits pois dans une cosse», explique l'auteur principal de l'étude, le Dr. Lokesh Mishra, chercheur aux Universités de Berne et Genève, et membre du PRN PlanetS. Toutefois, pendant longtemps, le doute subsistait: ce résultat était-il réel ou s'agissait-il d'une illusion due aux limites des méthodes d'observation? «Il était alors impossible de déterminer si les planètes d'un système sont assez similaires pour tomber dans la catégorie des “petits pois dans une cosse” ou si elles sont plutôt différentes à l'instar de notre Système solaire», déclare le chercheur.

C'est pourquoi le scientifique a développé une nomenclature permettant de déterminer les différences et les similarités entre les planètes de mêmes systèmes. Il a alors découvert qu'il existe quatre types d'architecture, et non pas deux, pour les systèmes planétaires.

### Quatre classes de systèmes planétaires

«Nous appelons ces quatre classes “similaire”, “ordonnée”, “anti-ordonnée” et “mélangée”», indique Lokesh Mishra. Les systèmes planétaires au sein desquels les masses des planètes voisines sont presque identiques les unes aux autres entrent dans la catégorie “similaire”. Les systèmes au sein desquels la masse des planètes

## contact

### Lokesh Mishra

Département d'astronomie  
Faculté des sciences  
Université de Genève

Institut de physique  
Recherche en astrophysique  
et planétologie (WP)  
Université de Berne

PRN PlanetS

+41 22 379 22 75  
lokesh.mishra@unige.ch

### Yann Alibert

Institut de physique  
Recherche en astrophysique et  
planétologie (WP)  
Université de Berne

PRN PlanetS

+41 31 684 55 47  
yann.alibert@unibe.ch

Ces recherches sont publiées dans:

***Astronomy and Astrophysics***

**DOI: [10.1051/0004-6361/202243751](https://doi.org/10.1051/0004-6361/202243751)**

**DOI: [10.1051/0004-6361/202244705](https://doi.org/10.1051/0004-6361/202244705)**

### UNIVERSITÉ DE GENÈVE Service de communication

24 rue du Général-Dufour  
CH-1211 Genève 4

Tél. +41 22 379 77 17

media@unige.ch  
www.unige.ch

a tendance à augmenter avec la distance à l'étoile entrent dans la catégorie "ordonnée", à l'instar de notre Système solaire. Si, au contraire, la masse des planètes décroît avec la distance à l'étoile, les scientifiques parlent d'une architecture "anti-ordonnée". Enfin, le type "mélangé" est utilisé pour décrire un système dans lequel les masses des planètes varient de manière importante et différente d'une planète à l'autre.

«Cette nomenclature peut aussi être utilisée pour tout autre type de mesure, comme le rayon, la densité ou la fraction d'eau de ces planètes», ajoute le coauteur de l'étude Yann Alibert, professeur de sciences planétaires à l'Université de Berne et membre du PRN PlanetS. «Désormais, pour la première fois, nous disposons d'un outil qui nous permet d'étudier les systèmes planétaires comme une seule entité et de les comparer à d'autres systèmes.»

Ces conclusions amènent aussi de nouvelles questions: quelle est l'architecture la plus commune? Quels sont les facteurs clés contrôlant l'émergence de chaque type d'architecture? Quels facteurs n'ont aucun impact? Pour certaines de ces questions, les chercheurs ont déjà la réponse.

### Une filiation sur plusieurs milliards d'années

«Nos résultats montrent que l'architecture de système planétaire "similaire" est la plus courante. Environ huit systèmes sur dix autour des étoiles visibles dans le ciel nocturne ont une telle architecture», déclare Lokesh Mishra. «Cela explique également pourquoi des indices de cette architecture ont été trouvés dès les premiers mois de la mission Kepler.» Ce qui a surpris l'équipe de recherche, c'est que l'architecture "ordonnée", qui correspond à notre Système solaire, semble être la plus rare.

D'après Lokesh Mishra, il semblerait que la masse du disque de gaz et de poussière duquel naissent les planètes, ainsi que l'abondance d'éléments lourds dans les étoiles-hôtes respectives, joue un rôle clé. «Les systèmes "similaires" émergent des disques relativement petits et peu massifs. Au contraire, les disques massifs et contenant de nombreux éléments lourds donnent naissance majoritairement à des systèmes "ordonnés" et "anti-ordonnés". Enfin, les systèmes "mélangés" sont le fruit des disques de taille intermédiaire. Cela dit, les interactions dynamiques entre les planètes, telles que des collisions ou des éjections, influencent également l'architecture finale.»

«L'un des aspects remarquables de ces résultats est qu'ils lient les conditions initiales de la formation stellaire et planétaire à une propriété observable de nos jours: l'architecture du système planétaire. Des milliards d'années d'évolution se tiennent entre les deux. Pour la première fois, nous avons réussi à établir un lien malgré un intervalle de temps aussi grand, afin de réaliser des prédictions vérifiables. Il sera passionnant de voir si ces prédictions tiendront dans le temps», conclut Yann Alibert.

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

*La première exoplanète a été découverte en 1995 par deux chercheurs de l'Université de Genève, 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. Ce spectrographe est resté pendant deux décennies le plus performant du monde pour déterminer la masse des exoplanètes. HARPS a cependant été surpassé en 2018 par ESPRESSO, un autre spectrographe construit à Genève et installé sur le Very Large Telescope (VLT) à Paranal, au Chili.*

*La Suisse s'est aussi engagée dans les observations depuis l'espace des exoplanètes avec la mission CHEOPS, 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 helvétique. Deux compétences scientifiques et techniques qui ont également permis de créer le [pôle de recherche national \(PRN\) PlanetS](#).*

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

*Le 21 juillet 1969, Buzz Aldrin, deuxième homme à descendre du module lunaire, a été le premier à déployer la voile à vent solaire bernoise et à la planter dans le sol lunaire avant même le drapeau américain. Le Solarwind Composition Experiment (SWC), planifié, construit et évalué par le Prof. Dr. Johannes Geiss et son équipe à l'Institut de physique de l'Université de Berne, a été le premier moment fort de l'histoire de la recherche en astrophysique bernoise.*

*La recherche en astrophysique bernoise fait depuis lors partie de ce qui se fait de mieux au niveau mondial : l'Université de Berne participe régulièrement aux missions spatiales de grandes organisations spatiales comme l'ESA, la NASA ou la JAXA. Dans le cadre de la mission CHEOPS, l'Université de Berne partage la responsabilité avec l'ESA pour l'ensemble la mission. En outre, les scientifiques bernois font partie de l'élite mondiale dans le domaine des modélisations et des simulations relatives à la naissance et au développement des planètes.*

*Les travaux fructueux du [Département de recherche en astrophysique et planétologie](#) (RAP) de l'Institut de physique de l'Université de Berne ont été consolidés par la fondation d'un centre de compétence 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.*