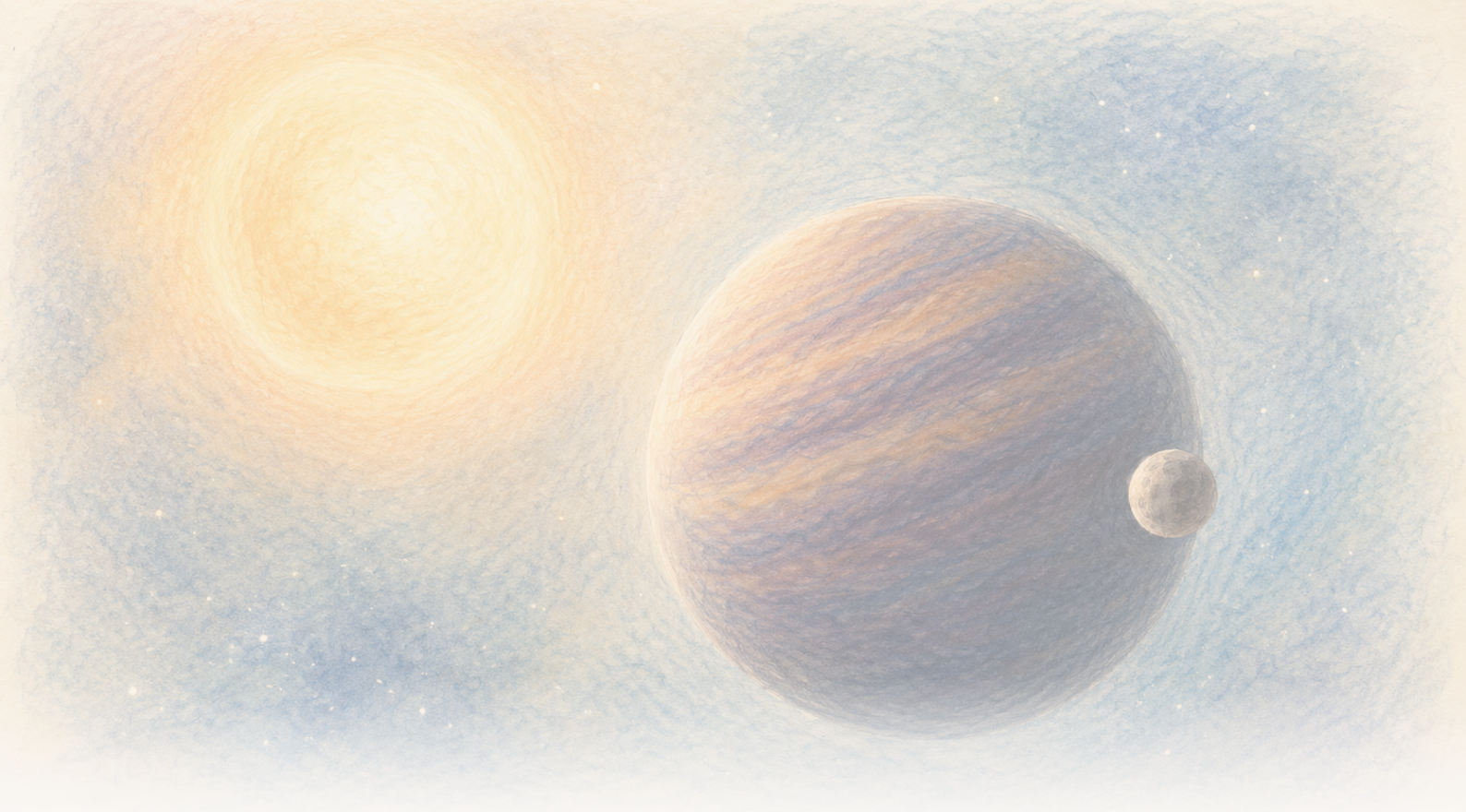


The Clean Paper

WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

Une naine brune semble osciller tous les 171 jours. Un monde caché pourrait la tirer, mais les données en autorisent encore deux

Vingt-trois spectres de haute qualité révèlent un déplacement périodique prononcé dans le mouvement de CD-35 2722 B. Le modèle préféré est celui d'un seul compagnon sur une orbite excentrique, avec une masse minimale proche de celle de Jupiter, mais un modèle à deux objets peut imiter le même signal ; une variabilité lente de la naine brune reste possible en principe et le mot « exolune » n'a ici aucune frontière admise.

Written by Cinzia Vaglio · Cross-checked by Matteo · Edited by Michele Renda · Figures by Cinzia Vaglio, Laura Nesso and Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

Paper: *Planetary-mass exosatellite detected around the substellar companion of a star*, Kevin Hoy, Alice Zurlo, Pablo A. Pena R., Jana Kohler, Silvano Desidera, Raffaele Gratton, Cecilia Lazzoni, Simon Petrus, Florian Rodler, Jonathan Smoker, Valentina D'Orazi, Ilaria Carleo and Ilaria Giovannini, Nature 655, 865-869 (2026) · DOI: 10.1038/s41586-026-10751-w

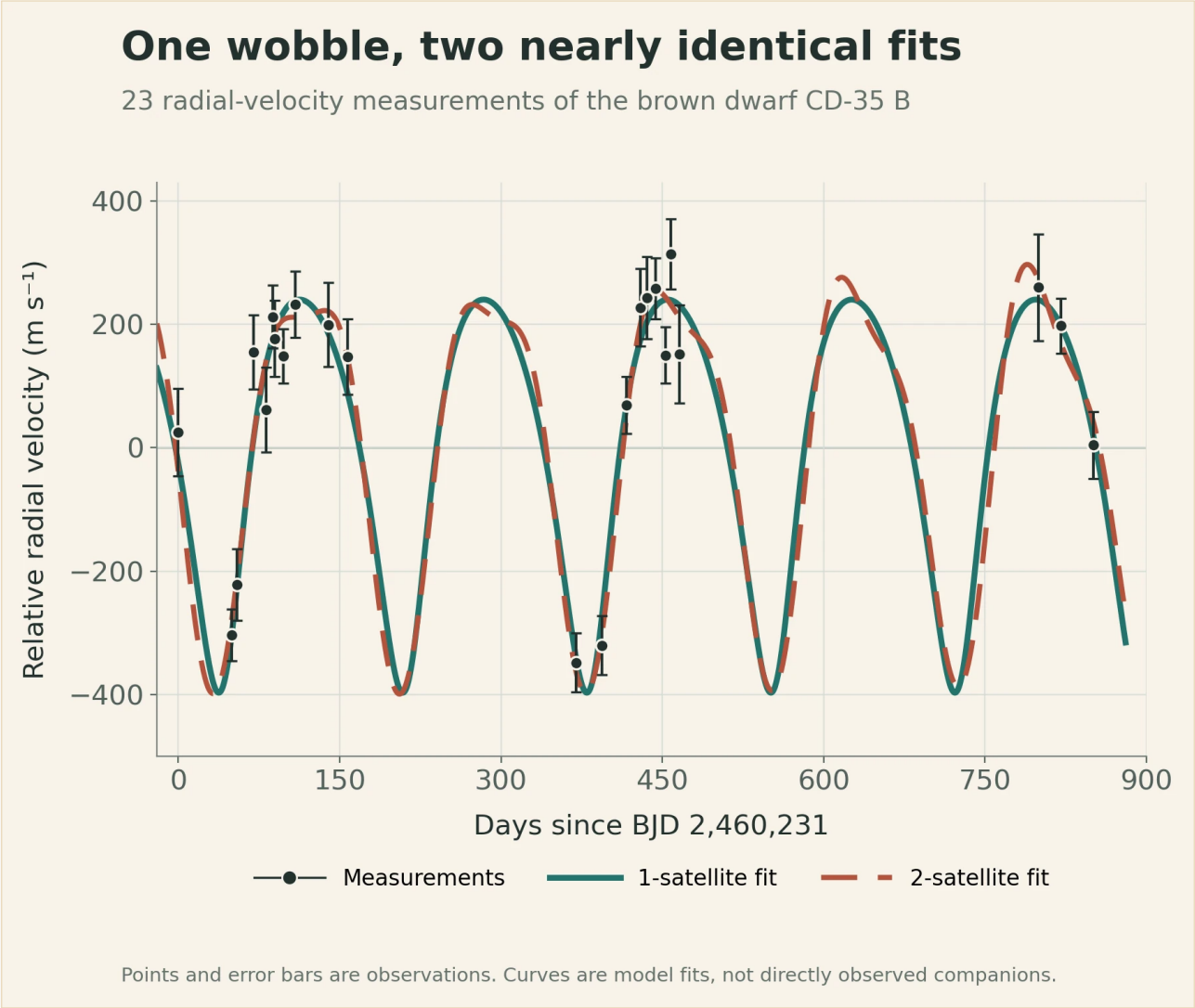
Une naine brune semble osciller tous les 171 jours. Un monde caché pourrait la tirer, mais les données en autorisent encore deux

Les astronomes peuvent voir CD-35 2722 B comme un point lumineux distinct de l'étoile autour de laquelle elle se déplace. C'est une naine brune, dans le domaine de masse situé entre les planètes géantes et les étoiles : avec environ 37 masses de Jupiter, elle est plus massive qu'une planète géante typique, mais n'est pas une étoile normale brûlant de l'hydrogène. Ils ne peuvent pas voir l'objet plus petit qui pourrait orbiter autour de la naine brune elle-même. S'il était confirmé, cet objet intérieur ferait de ce système la première hiérarchie observée comprenant un satellite autour d'un objet sub-stellaire plus massif, lui-même en orbite autour d'une étoile.

Ce que les chercheurs voient à la place est un rythme. Certaines nuits, la lumière de la naine brune est légèrement décalée lorsqu'elle se déplace vers la Terre. D'autres nuits, elle est décalée lorsque la naine brune s'éloigne. Le motif se répète environ tous les **171 jours**.

Ce mouvement de va-et-vient est précisément ce qu'un compagnon invisible peut produire : lorsque deux objets orbitent autour d'un centre de masse commun, le plus petit tourne autour du plus grand, mais le plus grand décrit lui aussi une boucle beaucoup plus petite. Si ce rythme est orbital, un nouvel article de Nature présente un objet de masse planétaire comme l'explication préférée de la boucle mesurée autour de CD-35 2722 B.

C'est une possibilité remarquable, pas la photographie d'une lune. Vingt-trois nuits d'observation de haute qualité révèlent un signal périodique fort. Transformer ce signal en monde exige un modèle, et les données actuelles autorisent encore plusieurs architectures. Elles n'excluent pas non plus complètement de lentes variations propres à la naine brune.



Les points noirs et leurs barres d'erreur sont les 23 mesures nocturnes de vitesse radiale. Les courbes continue et en pointillés représentent les meilleurs ajustements à un et deux satellites. Leur quasi-superposition montre pourquoi les données peuvent révéler une oscillation périodique sans encore déterminer l'architecture du système ; aucune des deux courbes n'est l'image directe d'un compagnon.

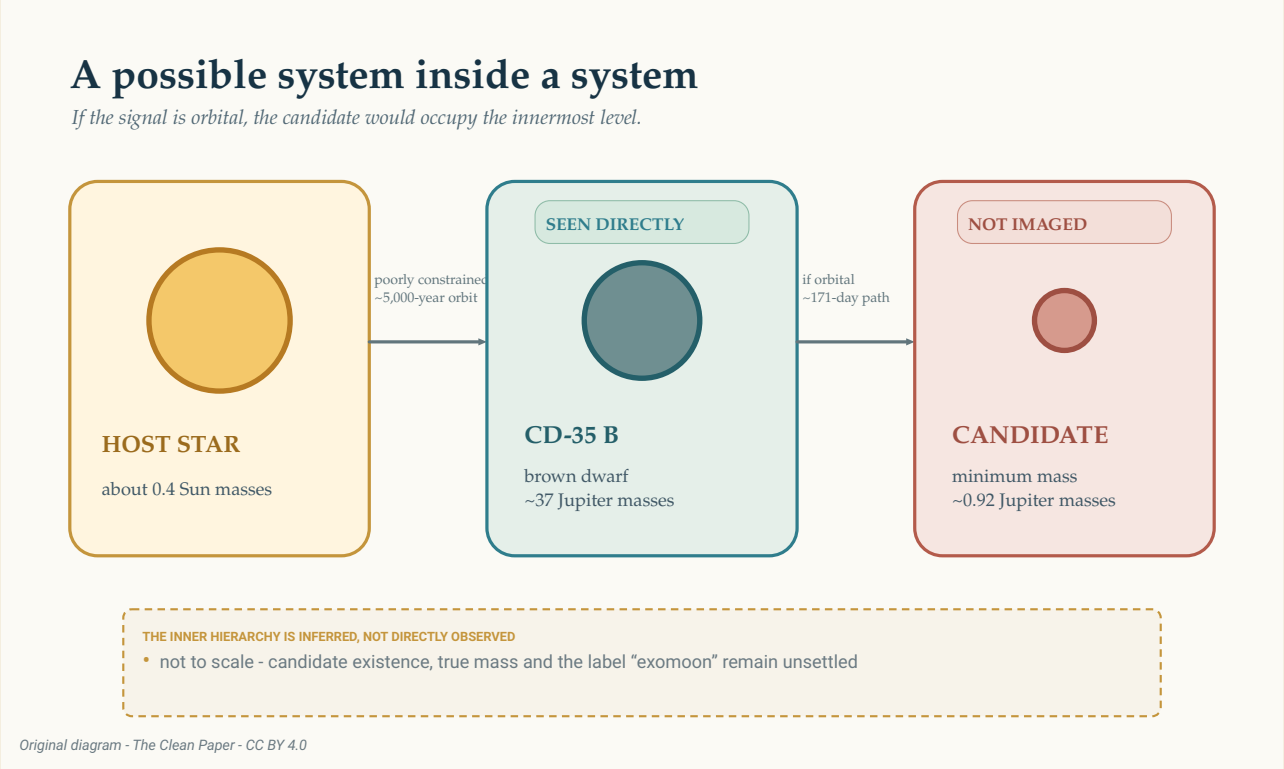
Original chart — The Clean Paper; data from Hoy et al., Nature (2026), Figure 1 source workbook CC BY 4.0

Un système à l'intérieur d'un système

CD-35 2722 B est une **naine brune** : un objet situé entre les catégories familières. Elle est plus massive qu'une planète géante typique, mais pas assez pour briller comme une étoile normale alimentée par la fusion de l'hydrogène. L'article utilise une masse estimée à environ **37 Jupiters**.

La naine brune a été découverte par imagerie directe, ce qui signifie que les télescopes ont séparé sa lumière de celle de son étoile hôte. Elle apparaît à environ 2,8 secondes d'arc de l'étoile dans le ciel. L'orbite large reliant les deux est mal connue, mais les estimations actuelles suggèrent une trajectoire très allongée d'une durée d'environ **5 000 ans**.

Si le signal périodique est orbital, l'architecture inférée placerait le candidat un niveau plus profond : une étoile autour de laquelle tourne une naine brune, elle-même entourée d'un compagnon de masse planétaire.



Si le signal est orbital, le candidat occuperait le niveau le plus intérieur de cette hiérarchie possible. Seule la naine brune a été vue directement. L'orbite extérieure autour de l'étoile est mal contrainte, tandis que la trajectoire intérieure d'environ 171 jours est inférée à partir de l'oscillation mesurée de la naine brune. Les tailles et les distances ne sont pas à l'échelle.

The Clean Paper CC BY 4.0

Cette hiérarchie possible est facile à dessiner. Sa réalité physique et son vocabulaire ne sont pas établis. Un corps de masse planétaire orbitant autour d'une naine brune est-il une lune, une planète ou simplement un satellite ? Les astronomes n'ont pas de règle admise qui tranche la question. L'article emploie donc le terme plus large d'**exosatellite**.

Comment 23 nuits sont devenues une oscillation

L'équipe a observé CD-35 2722 B — voir sa fiche NASA Eyes on Exoplanets — avec CRIRES+, un spectrographe à haute résolution installé sur le Very Large Telescope de l'Observatoire européen austral. Entre octobre 2023 et février 2026, elle a obtenu 26 époques d'observation. L'une avait un signal trop faible, et deux autres prises par mauvais temps ont été rejetées puis répétées, laissant **23 nuits de haute qualité**.

Un spectrographe décompose la lumière en un motif détaillé de raies. Lorsque la source se rapproche

ou s'éloigne de la Terre, ces raies se déplacent d'une quantité minuscule. Les mesures répétées de ce mouvement le long de la ligne de visée sont appelées **vitesses radiales**. Elles ne montrent pas le corps caché. Elles montrent comment l'objet observé pourrait se déplacer sous l'attraction d'un compagnon invisible.

La périodicité la plus forte des mesures se situe près de 170 jours. Elle franchit le **seuil de probabilité de fausse alarme de 0,1 %** de l'étude. Ce seuil demande à quelle fréquence le bruit, sous les hypothèses du test, produirait dans le périodogramme un pic au moins aussi fort. Ce n'est pas une probabilité de 99,9 % qu'un satellite existe, et cela ne dit rien, à lui seul, sur la présence d'un ou de deux compagnons.

> **Que peut établir un signal de vitesse radiale ?**
>
> La vitesse radiale transforme des déplacements répétés de raies spectrales en mesures du mouvement vers l'observateur ou à l'opposé. Un motif répétitif peut être ajusté avec les équations d'une orbite, ce qui permet d'inférer une période, l'amplitude de l'oscillation mesurée et une masse minimale du compagnon.
> Mais la méthode ne photographie pas directement le compagnon. L'atmosphère d'une étoile ou d'un objet substellaire peut elle aussi déplacer les raies spectrales, le calendrier des observations peut créer des rythmes trompeurs et plusieurs configurations orbitales peuvent s'imiter. Le signal, son explication physique et le nom donné à l'objet inféré sont trois questions distinctes.

L'échantillonnage mérite d'être examiné avant la réponse orbitale. Quatre mesures particulièrement faibles de vitesse radiale pèsent fortement dans le motif. Elles sont survenues en deux paires, dans de bonnes conditions rapportées, et aucune d'elles ne créait seule le signal lorsque les auteurs ont répété l'analyse en retirant un point à la fois. Malgré cela, seule une partie des phases orbitales possibles a été échantillonnée. Vingt-trois nuits réparties sur plus de deux ans ne sont pas une couverture continue.

Les auteurs ont également testé un éventuel artefact semestriel. Une correction imparfaite du mouvement changeant de la Terre ou du profil instrumental pourrait créer un faux signal annuel que l'échantillonnage replierait vers une demi-année terrestre, soit **182,5 jours**. Leur période préférée est de **171,11 jours**, avec une incertitude de +0,53/-0,36 jour ; les auteurs indiquent qu'elle se trouve à environ 20 écarts-types de 182,5 jours. Ils ne rapportent pas non plus de corrélation avec le mouvement changeant de la Terre, la qualité de l'image, la vapeur d'eau atmosphérique ou les propriétés instrumentales examinées. Ce sont des contrôles importants. Ils rendent l'explication orbitale suffisamment convaincante pour être modélisée, mais n'identifient pas à eux seuls l'objet.

La réponse orbitale la plus simple : un compagnon

Dans le modèle préféré, un objet suit autour de la naine brune une orbite excentrique — quelque peu allongée — tous les 171,11 jours. L'orbite ajustée possède une excentricité d'environ **0,27** et un demi-

grand axe d'environ **0,200 unité astronomique**, soit environ un cinquième de la distance moyenne Terre-Soleil.

L'oscillation mesurée possède une amplitude d'environ **318 mètres par seconde**. À partir de ce mouvement, le modèle attribue au compagnon une masse minimale d'environ **0,92 fois celle de Jupiter**.

Le mot *minimale* compte. La vitesse radiale ne mesure que la composante du mouvement orbital dirigée vers nous ou à l'opposé. Si une orbite est vue par la tranche, la plus grande partie de son mouvement se manifeste le long de cette ligne. Si elle est vue davantage de face, une grande part du mouvement traverse le ciel, et il faut un compagnon plus massif pour produire la même oscillation mesurée.

Les astronomes écrivent le résultat sous la forme **m sin(i)** : la masse multipliée par le sinus de l'inclinaison inconnue de l'orbite, c'est-à-dire de son angle de vue. Les données contraignent ce produit, pas la masse réelle seule. Environ 0,92 masse de Jupiter est donc une limite inférieure, pas la mesure exacte de la masse de l'objet.

> **Pourquoi l'angle de vue cache-t-il la masse ?**
>
> Imaginez que vous regardiez une piste circulaire de côté. Le coureur se déplace à plusieurs reprises vers vous puis s'éloigne, et cette composante du mouvement est facile à mesurer. Regardez maintenant la même piste depuis le dessus. Le coureur se déplace surtout latéralement dans votre champ de vision et très peu vers vous ou à l'opposé.
> La vitesse radiale ne voit que la première composante. Le facteur mathématique `sin(i)` décrit la fraction du mouvement orbital orientée le long de notre ligne de visée. Tant que l'inclinaison `i` reste inconnue, la masse inférée reste une valeur minimale.

Les auteurs ont ensuite demandé si cette orbite pouvait persister plutôt que se détruire rapidement. Leurs tests numériques ont trouvé le modèle à un compagnon généralement stable. Cela en fait une interprétation physiquement plausible du signal. Cela ne constitue pas une seconde détection.

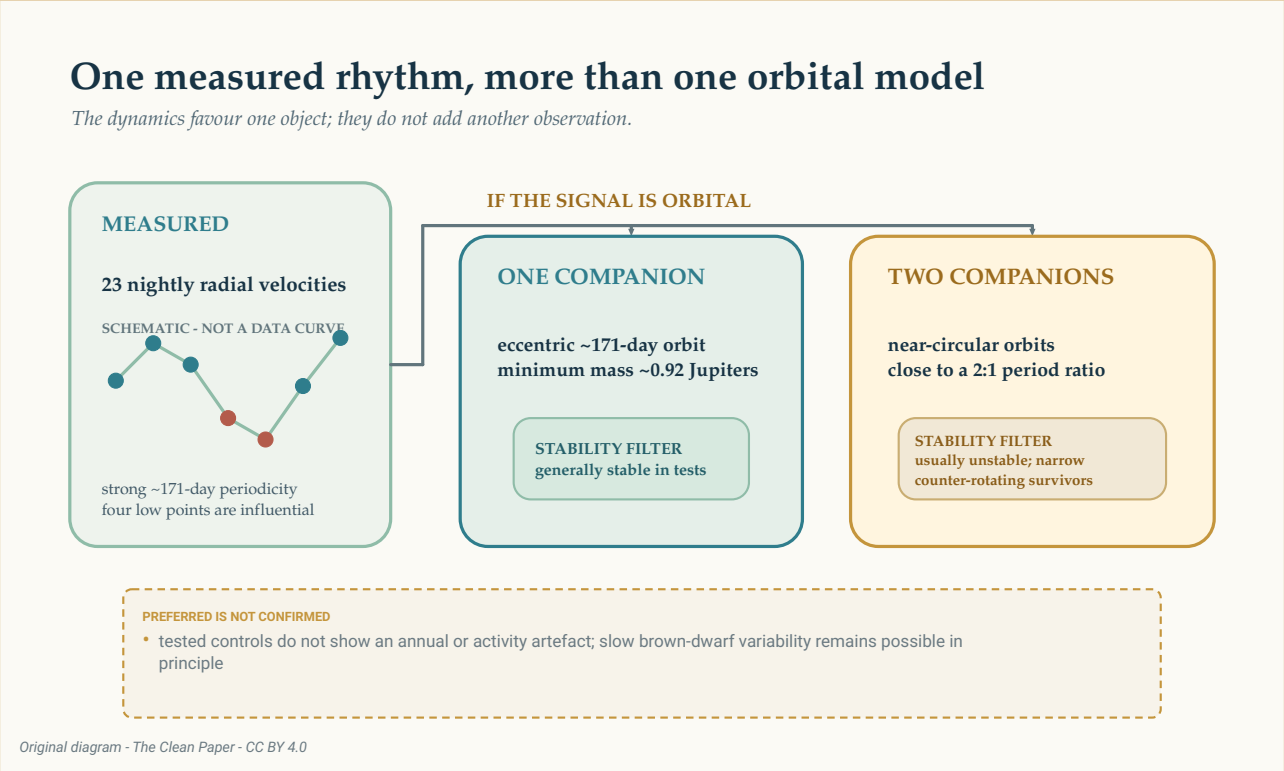
La réponse gênante : deux compagnons peuvent en imiter un

Un signal de vitesse radiale excentrique présente une ambiguïté bien connue. Dans certaines conditions, deux objets sur des orbites presque circulaires, l'un mettant environ deux fois plus de temps que l'autre, peuvent produire ensemble un motif ressemblant à celui d'un seul objet sur une orbite allongée.

Cette ambiguïté apparaît ici. Un modèle à deux compagnons peut ajuster les mesures actuelles avec un signal extérieur proche de 171 jours et un signal intérieur de période plus courte. Comme les dates d'observation n'échantillonnent pas uniformément toutes les phases, le signal court possède plusieurs alias. Comme les 23 nuits retenues laissent de longs intervalles, différentes périodes

d'essai peuvent compter des nombres différents de cycles invisibles entre les visites et tout de même s'aligner sur les mêmes mesures. Les périodes candidates proches de 14, 70, 88 et 115 jours sont donc des ajustements alternatifs d'un seul signal court mal échantillonné, et non quatre rythmes détectés indépendamment.

Les auteurs rejettent la fenêtre mal contrainte de 13 à 17 jours. Dans cette région, l'ajustement n'isole pas une période convaincante : de nombreuses solutions très proches, inférieures à environ 20 jours, peuvent reproduire les mesures peu fréquentes, ce qui fait probablement de toute la fenêtre un artefact d'échantillonnage. Parmi les fenêtres restantes, la solution d'environ 88 jours s'ajuste mieux que les alternatives proches de 70 et 115 jours, mais pas assez pour que l'article prétende connaître une seconde période. Dans le meilleur ajustement tabulé, la masse minimale de l'objet extérieur est d'environ 0,87 masse de Jupiter et celle de l'objet intérieur d'environ 0,22 masse de Jupiter. Ces nombres décrivent un modèle moins favorisé ; ils ne sont pas les mesures de deux mondes établis.



Si le signal d'environ 171 jours est orbital, le même motif général de vitesse radiale peut être représenté par un compagnon excentrique ou par deux compagnons presque circulaires proches d'un rapport de périodes de deux à un. Les tests de stabilité favorisent l'interprétation à un objet, mais ne transforment pas un modèle en image et n'excluent pas toutes les formes de variabilité lente de la naine brune.

The Clean Paper CC BY 4.0

Les calculs de stabilité précisent la comparaison. La plupart des configurations à deux compagnons testées expulsaient l'un des objets en quelques centaines d'années simulées. Les configurations survivantes occupaient une région étroite et inhabituelle où les orbites étaient proches d'un même plan mais parcourues en sens opposés. L'étoile hôte introduisait d'autres régions instables.

C'est une raison de préférer un compagnon excentrique aux systèmes à deux compagnons testés. Ce

n'est pas la preuve que la nature a choisi le modèle le plus simple. La stabilité filtre les interprétations possibles après la mesure des vitesses radiales ; elle n'ajoute pas un point observé à la courbe.

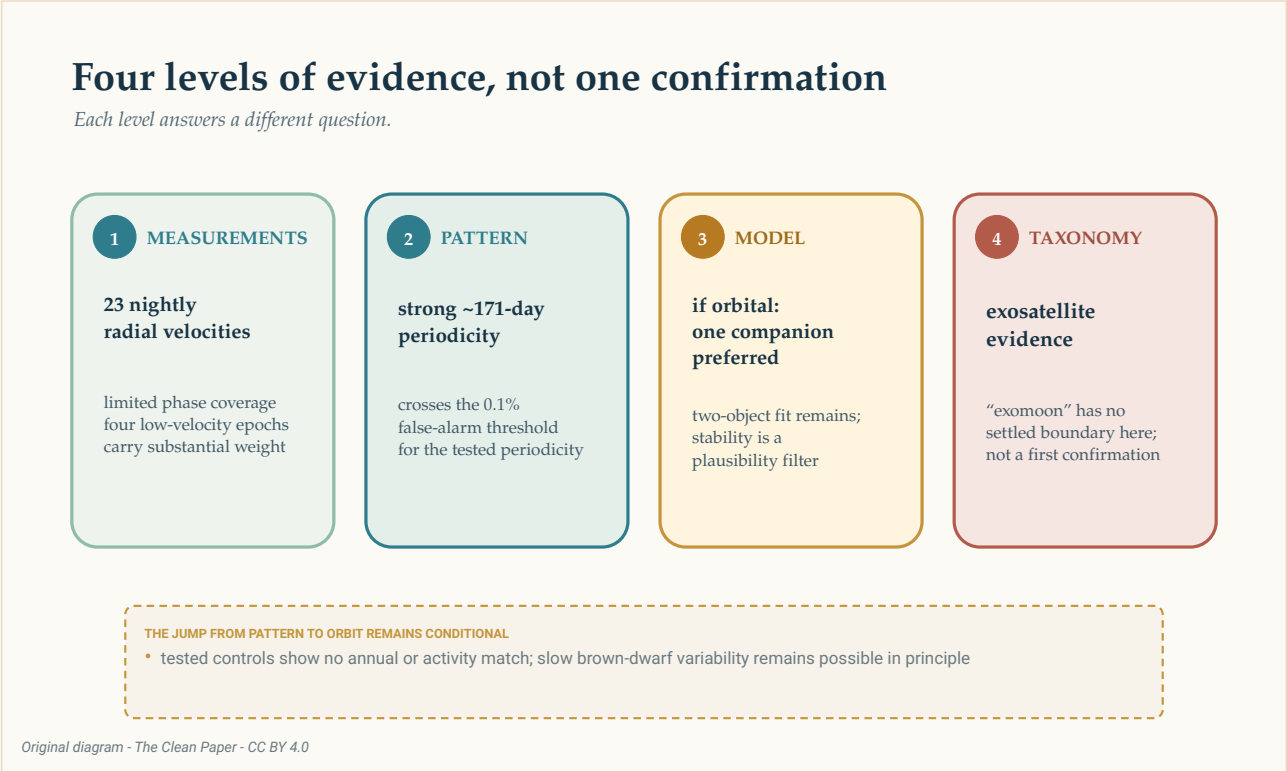
> **Comment une orbite excentrique peut-elle ressembler à deux orbites circulaires ?**
>
> Une orbite parfaitement circulaire produit une onde simple et répétitive de vitesse radiale. Une orbite excentrique ajoute des déformations à cette onde. Deux orbites circulaires dont les périodes sont proches d'un rapport deux à un peuvent se combiner de façon que l'un des signaux fournisse le rythme principal et l'autre une déformation semblable.
> C'est une **dégénérescence orbitale** : différents systèmes physiques produisent des mesures similaires. Des observations supplémentaires effectuées aux moments où les modèles prédisent des vitesses différentes peuvent les départager. Un test dynamique aide en demandant si chaque système proposé pourrait survivre, mais ne remplace pas ces observations.

Le rythme pourrait-il venir de la naine brune ?

Une naine brune n'est pas une masse d'essai silencieuse. Son atmosphère tourne, forme des nuages et peut présenter une activité magnétique. Des motifs de surface changeants peuvent déformer les raies spectrales et imiter un mouvement.

La période de rotation maximale estimée de CD-35 2722 B est d'environ **0,65 jour**, bien plus courte que 171 jours. L'équipe n'a retrouvé ni signal de rotation court prononcé, ni signal convaincant attribuable aux nuages ou à la granulation dans les modèles d'activité testés. Elle a également examiné l'échantillonnage annuel et plusieurs grandeurs instrumentales sans trouver de correspondance avec le rythme de 171 jours.

Ces vérifications réduisent le nombre d'alternatives, mais l'article ne prétend pas avoir éliminé toute variabilité intrinsèque. Une activité magnétique ou une circulation atmosphérique à long terme dans la naine brune ne peut pas être exclue en principe. Cette possibilité restante doit figurer à côté des modèles orbitaux, pas être cachée derrière eux.



Les preuves montent par niveaux distincts : 23 vitesses radiales nocturnes avec une couverture de phase limitée, une forte périodicité d'environ 171 jours, un modèle préféré à un compagnon si le signal est orbital, puis enfin une étiquette d'« exolune » non établie. L'échelle sépare mesuré, motif statistique, interprétation physique et taxonomie ; ce n'est pas une flèche de confirmation.

The Clean Paper CC BY 4.0

S'agit-il d'une exolune ?

Dans le Système solaire, une lune orbite autour d'une planète. CD-35 2722 B est une naine brune, et la masse réelle du compagnon inféré n'est pas encore connue. Les noms familiers commencent à devenir fragiles lorsqu'un objet se situe près de la frontière planète-naine brune et un autre près de la frontière lune-planète.

L'article ne revendique pas la première exolune confirmée. Il indique qu'aucune exolune n'a encore été détectée avec confiance, présente des preuves en faveur d'un **exosatellite** de masse planétaire et décrit le système comme une étape vers une détection indiscutable. Sa discussion d'une éventuelle nouveauté commence conditionnellement : si le signal s'avère légitime.

Cette prudence ne vide pas le résultat de son intérêt. Mesurer directement des vitesses radiales sur une faible naine brune compagnon est difficile. Si les observations futures préservent le signal, le système montrerait que les méthodes de recherche de planètes peuvent descendre d'un niveau supplémentaire dans une hiérarchie céleste.

Une saison d'observation supplémentaire peut faire plus qu'ajouter des points. Les modèles à un et

deux compagnons prédisent des vitesses différentes à certains moments futurs. Des mesures remplissant les phases orbitales manquantes peuvent vérifier si le rythme de 171 jours persiste, réduire l'influence des quatre points faibles et faire diverger les courbes concurrentes.

Pour l'instant, l'image la plus honnête n'est pas celle d'une nouvelle lune suspendue près d'une naine brune. C'est un spectre, répété nuit après nuit, portant un petit déplacement périodique. Un monde se cache peut-être dans ce rythme. La réussite consiste à apprendre tout ce que l'on peut en inférer sans prétendre que l'inférence est déjà complète.

Résumé clair

Des astronomes ont mesuré la vitesse radiale de la naine brune directement imagée CD-35 2722 B pendant 23 nuits de haute qualité entre octobre 2023 et février 2026. Ses raies spectrales présentent un fort déplacement périodique proche de 171 jours. Le modèle orbital préféré comporte un compagnon excentrique d'une masse minimale proche de 0,92 masse de Jupiter, mais sa masse réelle reste inconnue parce que l'inclinaison orbitale est inconnue. Deux compagnons presque circulaires peuvent imiter le même signal général, bien que la plupart des configurations à deux objets testées soient dynamiquement instables. Quatre époques à faible vitesse sont influentes et la couverture des phases orbitales reste limitée : les observations ne tracent pas continuellement toutes les phases du cycle possible de 171 jours. Les tests n'ont identifié ni la rotation, ni l'échantillonnage annuel, ni la météo, ni les propriétés instrumentales examinées comme source du signal, mais une variabilité à long terme de la naine brune ne peut pas être exclue en principe. L'objet invisible n'a pas été directement imagé, le modèle à un objet est préféré plutôt que confirmé, et aucune règle admise ne dit qu'un corps de masse planétaire orbitant une naine brune est une exolune.

Mise au point

Ce qui a été observé : Vingt-trois mesures nocturnes de vitesse radiale de CD-35 2722 B contiennent une forte périodicité d'environ 171 jours. La naine brune elle-même a été directement imagée ; le compagnon proposé ne l'a pas été.

Ce que préfèrent les auteurs : Si le signal est orbital, un compagnon excentrique d'une masse minimale proche de celle de Jupiter constitue l'interprétation la plus simple et dynamiquement plausible des données actuelles.

Ce qui reste ouvert : Deux compagnons peuvent ajuster les vitesses radiales, même si les systèmes testés sont généralement instables ; une variabilité à long terme de la naine brune n'est pas exclue en principe ; et l'angle de vue inconnu laisse la masse réelle du compagnon indéterminée.

Ce que l'article n'établit pas : Une première exolune confirmée, un satellite vu directement, l'existence d'exactement un objet en orbite, une masse réelle de 0,92 Jupiter ou une probabilité de 99,9 % que le modèle physique préféré soit correct.

Ce qui augmenterait la confiance : Des mesures continues de vitesse radiale couvrant davantage de phases orbitales, testant la persistance du signal de 171 jours et échantillonnant les moments où les modèles à un et deux compagnons font des prédictions différentes.

Sources

Hoy et al., Planetary-mass exosatellite detected around the substellar companion of a star, Nature 655, 865-869 (2026)
https://doi.org/10.1038/s41586-026-10751-w

Hoy et al., reduced data and analysis code for Nature_Hoy-2026
https://github.com/kevinmhoy/Nature_Hoy-2026