



Une nouvelle piste pour la planète X

Les planétologues Mike Brown (à gauche) et Konstantin Batygin (à droite), de l'institut de technologie de Californie, ont étudié une poignée de corps de la ceinture de Kuiper dont les orbites présentent des anomalies. Grâce à des simulations numériques, ils confortent l'hypothèse qu'une planète cachée est à l'origine de ces singularités. Konstantin Batygin nous explique leurs travaux.

POUR LA SCIENCE

Les objets que vous avez étudiés étaient déjà ceux au cœur des travaux de Chad Trujillo et Scott Sheppard en 2014. Quelle est la nouveauté dans vos résultats ?

Konstantin Batygin : Chad Trujillo et Scott Sheppard ont remarqué que les objets de la ceinture de Kuiper les plus distants (au-

delà de 250 unités astronomiques) avaient un argument du périhélie (angle qui relie le périhélie et le point de l'orbite qui coupe le plan de l'écliptique) du même ordre de grandeur. Ils l'ont expliqué par la présence d'une planète inconnue en orbite circulaire. Cette planète participe à un effet de résonance gravitationnelle, nommé mécanisme de Kozai, qui influe sur la forme des orbites, leur inclinaison par rapport à l'écliptique et leur ellipticité. Cependant, les deux chercheurs ont constaté qu'ils pouvaient reproduire correctement l'orbite de l'objet 2012 VP113, mais pas celle des autres. Leur solution était incorrecte, mais nous nous en sommes inspirés pour attaquer le problème.

PLS

Quelle a été votre approche ?

K. B. : L'argument du périhélie n'est pas la seule anomalie liée à ces objets. Quand on regarde leur position dans le Système solaire, on voit que les orbites sont toutes concentrées dans une certaine région de l'espace et qu'elles sont toutes dans un même plan. Nous avons effectué des simulations numériques pour en comprendre l'origine.

PLS

Et le phénomène serait lié à une planète X ?

K. B. : Tout à fait ! Nos simulations montraient que nous pouvions expliquer toutes les caractéristiques des orbites si une planète de dix masses terrestres, dotée d'une orbite assez allongée, évoluait loin du Soleil, entre 250 et 1 150 unités astronomiques.

PLS

Votre modèle prévoyait aussi l'existence d'objets qui suivent une trajectoire très inclinée. Qu'en est-il ?

K. B. : Nous pensons que ce point du modèle allait tuer notre scénario, car nous ne connaissons pas de tels objets. Imaginez notre surprise lorsque nous avons appris qu'il en existait ! On en connaît cinq, dont Drac, découvert en 2008.

PLS

Quels sont les obstacles pour observer la planète X et confirmer cette hypothèse ?

K. B. : La planète est très distante. Mais certains des plus grands télescopes (*Subaru*, *Keck*) pourraient la détecter. Nos travaux limitent la zone du ciel à explorer et nous pensons que cinq ans seront nécessaires pour la trouver.

Lance Hayashida/Caltech

Durant la décennie suivante, dix autres objets aux orbites allongées et restant à bonne distance de Neptune ont été découverts. Plus petits que Sedna, ils n'étaient pas non plus aussi extrêmes dans leurs caractéristiques orbitales, ni par l'éirement de leur trajectoire ni par la distance du périhélie au-delà de Neptune. Mais tous partageaient cette spécificité de la position du périhélie par rapport au plan de l'écliptique. Et cette coïncidence était étrange.

« Sedna aurait pu être une anomalie unique, placée sur cette orbite par un événement inconnu », explique Chad Trujillo, « mais nous ne pouvions pas vraiment le savoir avant d'en trouver un autre. » Or, en 2014, après dix ans de recherche, Chad Trujillo et Scott Sheppard ont annoncé la découverte d'un objet aux propriétés très proches de celles de Sedna.

Ils avaient désormais un deuxième Sedna. Connu sous le nom provisoire de 2012 VP113, cet objet a une orbite située entre 80 et 446 UA, qu'il parcourt en 4300 ans. Comme Sedna, 2012 VP113 n'est pas soumis

à l'influence gravitationnelle de Neptune. Et la position de son périhélie par rapport au plan de l'écliptique est similaire à celle de la poignée de KBO de type Sedna.

Chad Trujillo et Scott Sheppard en ont conclu qu'un corps massif extérieur au Système solaire avait en partie façonné les orbites de ces objets. Le perturbateur pouvait être une super-Terre en orbite circulaire à plus de 250 UA du Soleil. Pour Meg Schwamb, de l'université Yale, personne n'avait jugé crédible l'hypothèse de la planète X jusqu'à la publication de l'article de Chad Trujillo et Scott Sheppard.

Mais est-ce la seule explication possible ? Par exemple, Hal Levison, du Centre de recherche américain du Sud-Ouest, a proposé que Sedna, 2012 VP113 et les autres corps étaient sur des orbites différentes à l'époque où le Soleil jeune se trouvait encore au sein de l'amas d'étoiles où il s'est formé. Et avant que l'amas ne se soit dispersé, les étoiles les plus proches du Soleil ont pu influencer sur les orbites des corps qui atteignaient les confins du Système solaire, les renvoyant

■ BIBLIOGRAPHIE

K. Batygin et M. E. Brown, **Evidence for a distant giant planet in the solar system**, *The Astronomical Journal*, vol. 151(2), article 22, 2016.

A. Doressoundiram, **La mystérieuse planète X : mythe ou réalité**, *Dossier Pour la Science*, n° 90, janvier-mars 2016.

C. A. Trujillo et S. S. Sheppard, **A Sedna-like body with a perihelion of 80 astronomical units**, *Nature*, vol. 507, pp. 471-474, 2014.

vers le cœur du système sur des orbites très étroites et étirées. Scott Sheppard a aussi imaginé des effets de marée galactiques – des forces se manifestant lorsque le Soleil passe dans des régions plus ou moins denses lors de son périple autour de la Voie lactée. L'astronome concède que les simulations numériques d'un tel phénomène n'ont rien donné de probant. Mais d'autres scénarios de ce genre sont encore à explorer.

Ainsi, plusieurs effets sont susceptibles d'avoir envoyé ces corps glacés hors norme sur des orbites oblongues, mais seule l'hypothèse de la super-Terre reproduit les caractéristiques de ces objets lointains. Cette hypothèse ou le hasard !

Les indices sont finalement peu nombreux. Les douze objets étudiés par Scott Sheppard et Chad Trujillo ne sont que bien peu de corps parmi les millions que compterait la ceinture de Kuiper. Le phénomène est vraiment marginal et le devient d'autant plus si l'on suit le point de vue de Meg Schwamb et de son collègue Ramon Brasser, de l'institut de technologie de Tokyo. Selon Meg Schwamb, leurs travaux montrent que, parmi les douze objets, seuls quatre sont vraiment similaires à Sedna ; les autres s'approchent assez de Neptune pour subir un effet gravitationnel qui expliquerait leurs propriétés. « L'alignement des quatre autres », ajoute Ramon Brasser, « pourrait alors être le fruit du hasard avec une probabilité d'environ 1 % ». Cependant, un tel résultat ne permet ni d'exclure ni de confirmer l'hypothèse d'une planète X.

Les planétologues ont appris à être prudents. Dans les années 1980, le physicien Richard Muller, de l'université de Californie à Berkeley, pensait expliquer les extinctions massives des espèces sur Terre en invoquant une étoile peu lumineuse ou une naine brune – un objet de masse intermédiaire entre une étoile et une grosse planète – en orbite autour du Soleil à une distance de 10 000 UA. Ainsi, tous les 26 millions d'années environ, cet astre, que le chercheur a surnommé Némésis, perturberait quelques comètes du nuage d'Oort (une ceinture de corps glacés située bien au-delà de l'orbite de Sedna) et les propulserait vers la partie interne du Système solaire. La collision de ces comètes et de la Terre aurait provoqué la disparition de nombreuses espèces vivantes.

Toutes les recherches de Némésis se sont soldées par un échec. Le programme d'observation *Wide-field Infrared Survey Explorer* (WISE) de la Nasa n'a rien détecté. Kevin Luhman, qui a conduit l'étude, explique : « Nous aurions dû voir tout objet de la taille de Jupiter présent jusqu'à une distance d'environ 30 000 à 40 000 UA du Soleil. Et nous devrions voir un objet de la taille de Saturne s'il se trouve jusqu'à 10 000 à 15 000 UA. » Ils n'ont rien vu. Une super-Terre telle que la planète X serait plus proche, mais aussi

« Il faudra environ cinq ans pour trouver la planète X avec un télescope tel que Subaru »

Mike Brown et Konstantin Batygin

moins brillante et plus petite, de quoi échapper à l'œil affûté de WISE.

Avec seulement une poignée d'objets pour se mettre sur la bonne voie, les planétologues ne peuvent pas encore dire si une super-Terre se cache dans le Système solaire. L'observation d'autres objets ayant les mêmes caractéristiques orbitales est cruciale. En novembre 2015, les astronomes ont donc été très enthousiastes à l'annonce de la découverte de V774104, dont le périhélie est encore plus éloigné du Soleil que celui de Sedna.

Pour Scott Sheppard, qui était à la tête de l'équipe ayant découvert cet objet, il est trop tôt pour dire si son orbite confirme ou infirme l'hypothèse d'une planète géante cachée. Et il est prématuré de se prononcer sur les quarante autres objets que l'équipe a repérés dans ce qui est

« la plus vaste étude des confins du Système solaire jamais menée ». Mais plus ils accumuleront de données, plus les chercheurs pourront conclure quant à la présence d'un corps massif.

Début janvier 2016, Mike Brown et Konstantin Batygin ont conforté l'hypothèse d'une planète X de type super-Terre d'une dizaine de masses terrestres (voir l'entretien page ci-contre). Leurs simulations numériques expliquent plusieurs caractéristiques des orbites des KBO, mais elles décrivent aussi d'autres objets connus dont les orbites sont très inclinées par rapport au plan de l'écliptique. C'est le cas de Drac, découvert en 2008, dont l'orbite est inclinée de 108 degrés par rapport à l'écliptique. Alessandro Morbidelli, de l'observatoire de la Côte d'Azur et spécialiste du Système solaire trouve ces arguments convaincants (voir l'entretien pages 34 et 35).

Il reste à observer cette planète ! Les planétologues ont hâte de disposer du LSST (*Large Synoptic Survey Telescope*), un télescope en cours de construction au Chili et qui devrait être opérationnel en 2021. Il ne sera pas plus grand que les télescopes actuels, mais son champ de vision lui permettra de scruter de plus vastes régions du ciel.

Pour l'instant, indique Chad Trujillo, les astronomes ont fouillé environ 10 degrés carrés du ciel – la pleine lune, par comparaison, couvre un quart de degré carré – à la recherche d'objets peu brillants. Le LSST pourra surveiller des dizaines de milliers de degrés carrés. Si une super-Terre se cache dans un recoin du Système solaire, et si elle est assez grande et lumineuse, le LSST pourra la débusquer.

Faudra-t-il attendre 2021 ? Pas sûr. En décembre dernier, des astronomes ont annoncé qu'ils avaient peut-être pris des images d'une super-Terre en utilisant le système *Alma* (*Atacama Large Millimeter/submillimeter Array*) au Chili, mais la plupart de leurs collègues restent sceptiques. Par ailleurs, les résultats récents de Mike Brown et Konstantin Batygin restreignent la zone du ciel à étudier. D'après eux, il faudra cinq ans environ pour fouiller ce champ avec un télescope déjà opérationnel tel que *Subaru*, au Japon. La chasse est ouverte ! ■