

Planète 9

Aux confins du Système Solaire

Il existe une question élémentaire en astronomie sur laquelle l'opinion publique ne s'accorde pas : celle du nombre de planètes dans le Système Solaire. Huit, neuf, dix ? Même les manuels scolaires ne donnent pas la même version selon les générations. Que s'est-il passé dans notre Système Solaire pour que nous ne soyons aujourd'hui plus capables de répondre précisément à une question aussi simple ?

Depuis la découverte de Pluton en 1930, le nombre de planètes dans le Système Solaire semblait avoir atteint à coup sûr le chiffre neuf. Mais le XXème siècle est riche de nombreuses autres découvertes qui ont amenés les astronomes à se poser une question encore plus fondamentale : qu'est-ce qu'une planète ?

Au-delà de Saturne

Les plus anciennes traces écrites d'observations astronomiques retrouvées dans les vestiges de la civilisation babylonienne datent du deuxième millénaire avant Jésus Christ. A l'époque, et durant la majeure partie de l'Histoire de l'astronomie, les observations se font à l'œil nu. Pourtant apparaît déjà la distinction entre étoiles et planètes sur la voûte céleste. Les étoiles forment entre elles des figures imaginaires, astérismes et constellations, dont les formes et la répartition restent immuables au cours du temps. En revanche, les planètes sont ces astres errants qui vagabondent sur des chemins bien particuliers, traversant certaines constellations, dites du zodiaque. Sept planètes sont alors identifiées et visibles à l'œil nu : Mercure, Vénus, Mars, Jupiter, Saturne, mais également le Soleil et la Lune dont la position varie de jour en jour parmi les étoiles.

Au départ, la définition de « planète » repose donc sur le déplacement de l'astre dans le

ciel étoilé. Le nom de planète que l'on attribue aujourd'hui à ces astres provient du terme grec « planētēs », signifiant « errant », « vagabond ». Mais la notion de planète a évolué depuis l'Antiquité, en se basant sur les nombreuses recherches et observations qui ont suivis les modèles antiques. La première de ces évolutions fait suite aux travaux de Copernic (1543) sur l'héliocentrisme. Le « système du Monde » devient Système Solaire. La Terre quitte sa position fixe de centre du Monde pour devenir un astre errant à son tour, évoluant autour du Soleil comme n'importe quelle autre planète (fig. 1).

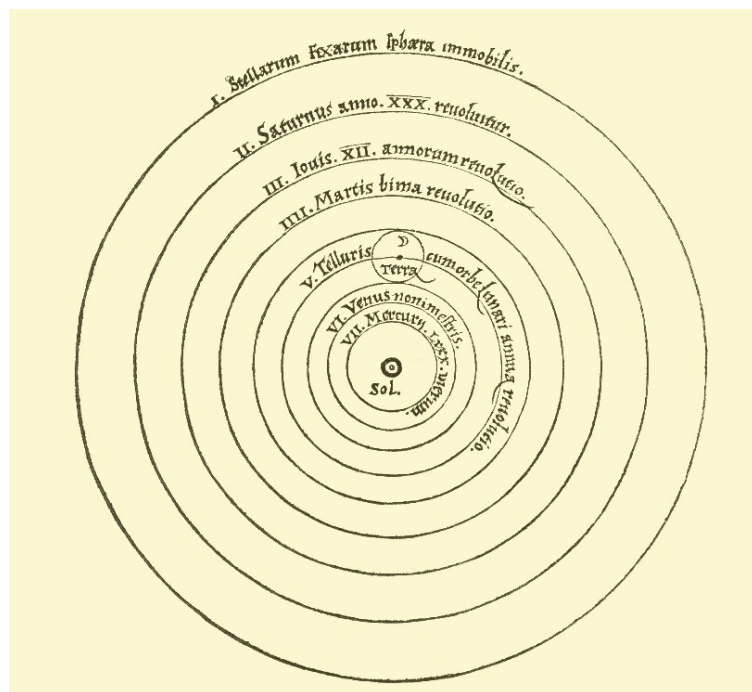


Figure 1 - Système du Monde de Copernic, dans son ouvrage *De revolutionibus orbium coelestium* (1543). La Terre cède sa place de centre du Monde au profit du Soleil et devient un astre errant, une planète à part entière.

Les observations à la lunette de Galilée dès 1610, puis de ses successeurs, montrent les planètes sous leur forme réelle, des sphères semblables à la Terre. Apparaissent aussi les phases de Mercure et Vénus, les ombres

portées des satellites sur la surface de Jupiter, démontrant ainsi que la lumière des planètes provient d'une seule et même source : le Soleil. L'astronomie physique apparaît avec les travaux de Newton, s'appuyant sur les lois du mouvement orbital des planètes énoncées par Kepler. Les planètes se scindent en deux catégories ; celles du premier ordre, tournant autour du Soleil, et celles du deuxième ordre (satellites), tournant autour des planètes de premier ordre et dont la Lune est le premier représentant.

En 1781, coup de théâtre, l'astronome William Herschel découvre par hasard l'existence d'un nouvel astre errant. Connue aujourd'hui sous le nom d'Uranus, cette autre planète est une découverte majeure dans un système planétaire jusque-là presque immuable. Il porte ainsi à sept le nombre de planètes de premier ordre, auxquelles s'ajoutent les 10 planètes secondaires connues à l'époque (la Lune, 4 satellites pour Jupiter et 5 pour Saturne). En janvier 1801, l'astronome italien Giuseppe Piazzi annonce la découverte d'un nouvel astre errant dans le Système Solaire.

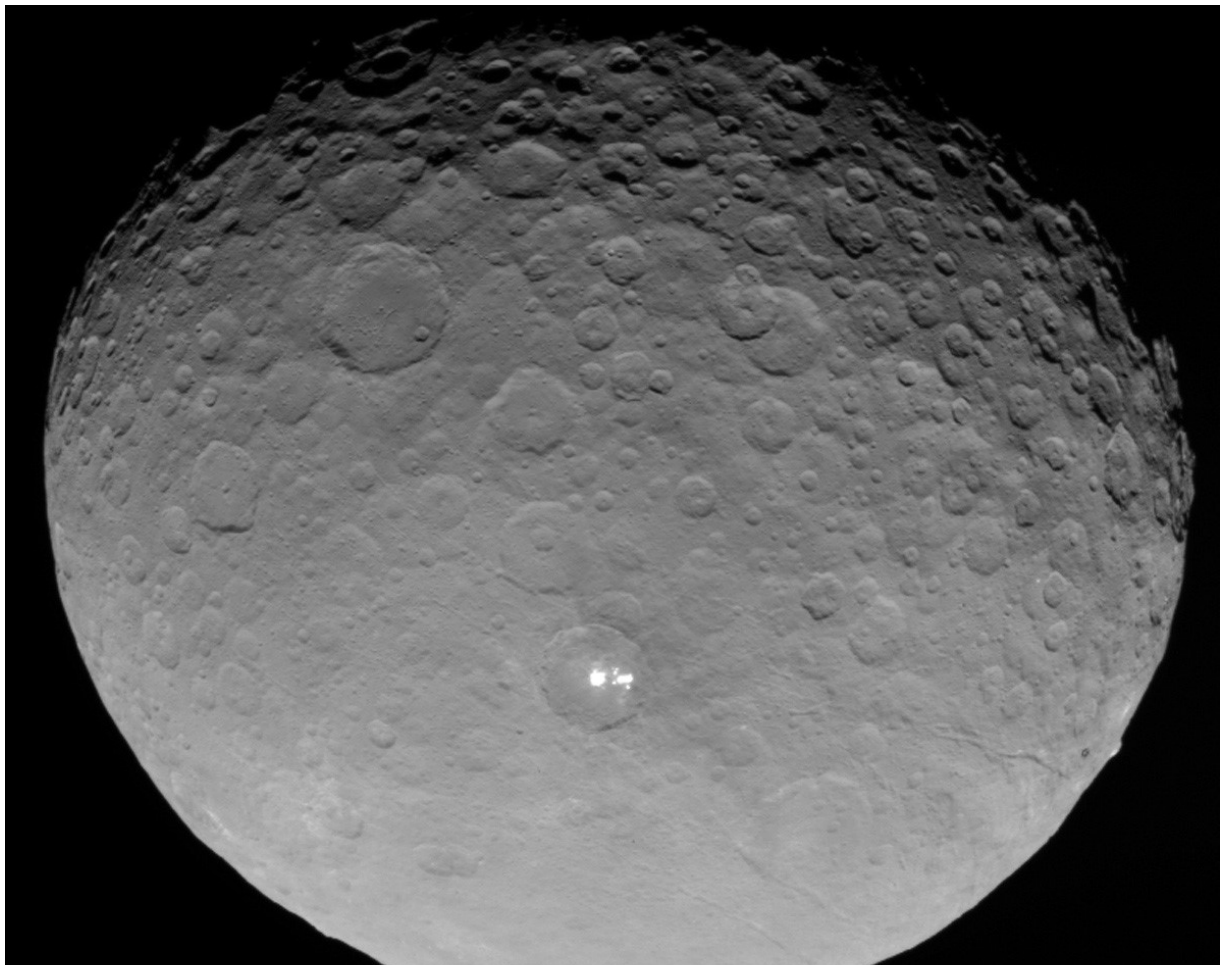


Figure 2 - Cérès vue par la sonde Dawn (NASA) le 4 mai 2015. Cérès est le plus gros astéroïde de la ceinture principale située entre Mars et Jupiter. (©NASA/JPL-Caltech/UCLA/MPS/DLR/IDA)

Cet astre est rapidement identifié comme étant la huitième planète, à laquelle est donnée le nom de... Cérès (fig. 2). Située entre Mars et Jupiter, elle semble être la « planète manquante » prédite par le calcul empirique de Titius et Bode. L'année suivante, Olbers cherche Cérès dans le ciel et découvre un autre objet similaire : Pallas. Une neuvième planète ? Herschel estime la taille de Cérès et Pallas à 260 et 237 kilomètres respectivement. Une estimation presque quatre fois inférieure à la réalité pour Cérès (deux fois pour Pallas), mais suffisante pour remettre en question le statut de ces planètes bien plus petites que les autres. Herschel les qualifie d'« astéroïdes », c'est-à-dire « ressemblant à des étoiles », du fait de leur aspect ponctuel dans les objectifs des télescopes. Leur nombre grandit d'ailleurs rapidement au fur et à mesure des découvertes qui suivent celles de Cérès et Pallas : Junon en 1804, Vesta en 1807, Astrée en 1848... En 1868, une centaine d'objets de petites tailles sont connus entre Mars et Jupiter, et l'appellation astéroïdes d'Herschel s'impose pour qualifier ces petits corps. La planète Cérès devient astéroïde.

Parallèlement à la découverte des astéroïdes, les astronomes s'intéressent à un problème épineux, celui de la trajectoire d'Uranus. Celle-ci ne semble en effet pas correspondre aux prédictions faites par

calcul en tenant compte de la gravité du Soleil et des 6 autres planètes connues. Quelque chose semble perturber le mouvement de cette planète. En 1846, l'astronome Urbain Le Verrier trouve que la cause de cette perturbation est une planète encore inconnue, située au-delà d'Uranus et dont il donne une estimation de la position. Et c'est en suivant ces indications qu'est découverte Neptune, huitième planète du Système Solaire.

Au-delà de Neptune

Suite à la découverte de Neptune, plusieurs astronomes envisagent l'existence d'une ou plusieurs planètes au-delà de cette planète pour expliquer quelques perturbations restantes dans les mouvements des planètes géantes. Le porte-étendard de la recherche de cette neuvième planète est l'astronome américain Percival Lowell. Persuadé de l'existence de la « Planète X », comme il l'appelle, Lowell lance une recherche systématique de la planète à l'Observatoire portant aujourd'hui son nom, situé à Flagstaff (Arizona). A sa mort en 1916, aucune Planète X n'a été découverte mais sa quête continue.

En 1930, Clyde W. Tombaugh, poursuivant les travaux de Lowell, découvre un nouvel astre errant dont les caractéristiques correspondent à la « Planète X ». Du fait de sa distance, sa taille est grossièrement

estimée à celle de Mercure, et pas plus grande que Mars. Dénommée Pluton (fig. 3), elle devient la neuvième planète du Système Solaire que les manuels scolaires vont présenter aux élèves tout au long du XXème siècle. Des satellites seront également découverts autour de cette nouvelle planète, dont Charon (1978) est le plus important.

L'état du Système Solaire semble alors figé à ces neuf planètes, lorsqu'en 1992 est découvert un nouvel objet au-delà de Neptune. Baptisé 1992 QB1, l'objet d'une centaine de kilomètres est bien plus petit que Pluton. Mais il est le premier d'une longue série de découvertes qui, à la manière

de Cérès et Pallas, remettent sur le devant de la scène la question du nombre de planètes dans notre système. Sedna découvert en 2003, Haumea en 2004, Eris et Makemake en 2005, le nombre d'objets découverts au-delà de l'orbite de Neptune augmente considérablement à partir des années 1990. Aujourd'hui, plus de 1200 objets sont répertoriés dans la partie extérieure du Système Solaire, avec des tailles allant 100 à 2300 kilomètres environ. Ils sont classés sous une nouvelle appellation, les « objets trans-neptuniens » (TNO, fig. 4).

Comme la découverte des astéroïdes au XIXème siècle, la multitude d'objets découverts au voisinage de Pluton, dont



Figure 3 - Pluton photographiée par la sonde New Horizons (NASA) en juillet 2015. © NASA/APL/SwRI

certains presque aussi grand que cette dernière, pose la question du nombre de planètes, et par la suite de la notion même de planète. La difficulté réside dans la volonté des astronomes de vouloir faire entrer tous les objets composant notre Système Solaire dans des cases, une nomenclature hermétique et bien définie. Mais les astéroïdes et les objets trans-neptuniens montrent qu'il existe une réelle diversité de corps, tant en terme de tailles que de trajectoires, et ce qui caractérise une planète dépasse le simple fait d'être en mouvement autour du Soleil.

Alors quelle est la caractéristique qui différencie notre planète Terre des astéroïdes et des objets trans-neptuniens ? Si la définition repose sur la taille, Mercure est à peine deux fois plus grande que Pluton ou Eris, qui sont eux-même à peine deux fois plus grand que Cérès. Existerait-il une taille limite, en-dessous de laquelle les objets ne seraient plus considérés comme des planètes ? Une telle frontière serait purement arbitraire puisqu'il existe dans notre Système Solaire des corps de toutes

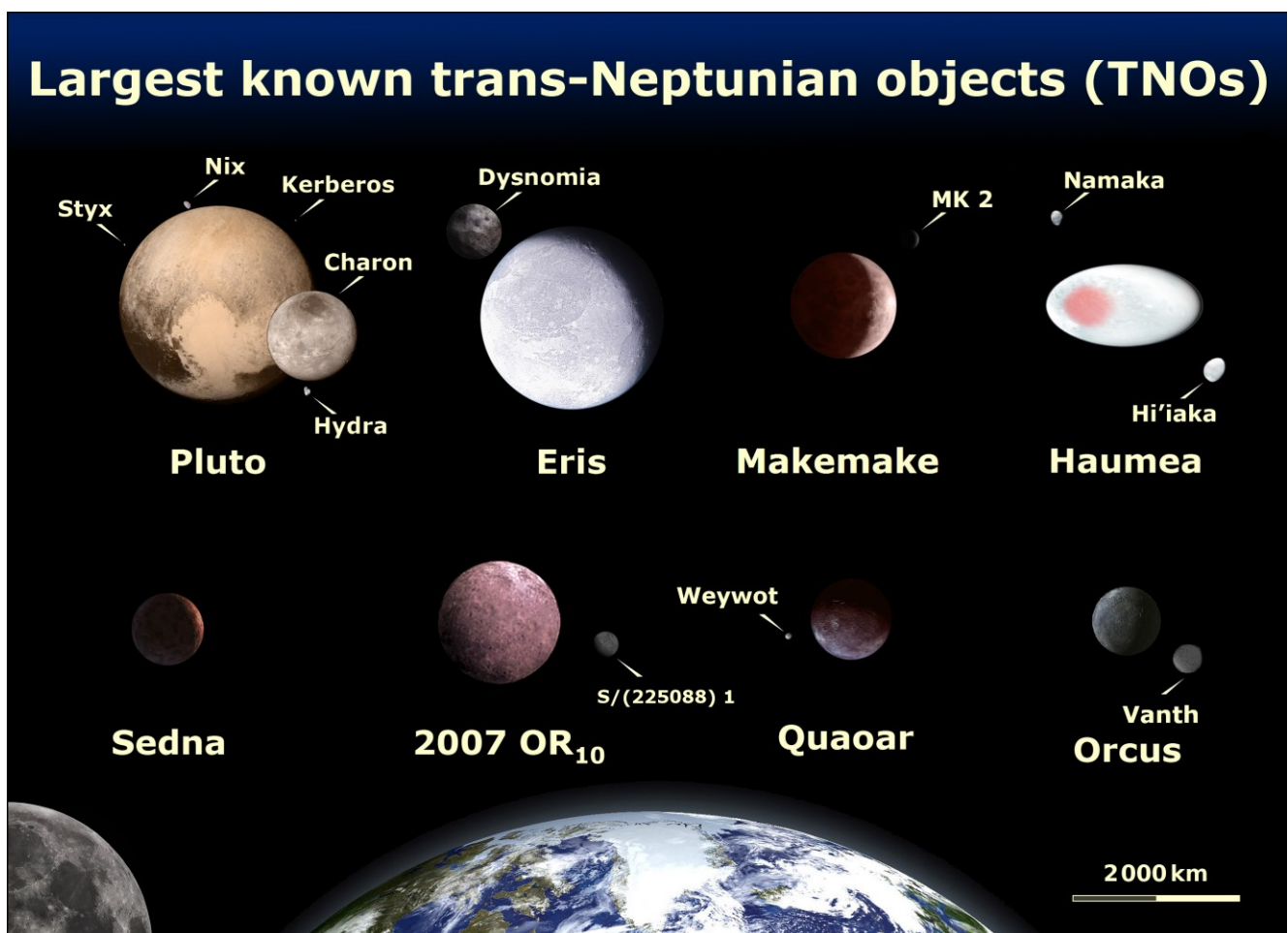


Figure 4 - Liste des huit objets trans-neptuniens les plus importants du Système Solaire. On retrouve parmi eux Pluton et ses cinq satellites.

tailles, allant du centimètre à plusieurs dizaines de milliers de kilomètres.

Pourrait-on prendre comme critère qu'une planète doit être un astre suffisamment gros pour que sa propre gravité lui donne une forme quasi-sphérique ? Ceci permettrait de faire une distinction avec la plupart des astéroïdes, qui ont des formes quelconques, mais pas avec Cérès ou les plus gros objets trans-neptuniens qui sont, eux, quasi-sphériques. En suivant ce raisonnement, notre système posséderait 13 « planètes » de forme sphérique en orbite autour du Soleil. De même, si le critère est qu'une « planète » doit posséder une atmosphère, comme la Terre, alors Mercure serait exclu de cette définition.

Ce problème de nomenclature est, on le voit, assez complexe. Afin d'y apporter une réponse claire qui puisse servir de référence pour le futur, l'Union Astronomique Internationale s'est réunie en 2006 et, aux termes de débats parfois houleux, a finalement proposé une définition du terme de « planète » reposant sur 3 critères :

- Une « planète » est un objet tournant autour d'une étoile, en l'occurrence pour nous, le Soleil. Ce qui exclut ipso facto les satellites.
- Une « planète » est un objet suffisamment massif pour que sa forme

d'équilibre soit quasi-sphérique. Ce qui exclut ipso facto la plupart des astéroïdes et des trans-neptuniens, ainsi que les comètes.

- Une « planète » doit avoir nettoyé son orbite de tous les corps évoluant dans le voisinage. Ce qui exclut ipso facto Pluton et les objets massifs trans-neptuniens, ainsi que les corps de la ceinture d'astéroïdes.

Cette définition est bien entendue arbitraire, et même discutable sur certains points. Mais c'est cette décision « officielle » qui a conduit au déclasserment de Pluton, considérée aujourd'hui comme une « planète naine ». Cette catégorie secondaire de planètes, dans laquelle on retrouve Cérès et les trans-neptuniens les plus importants, regroupent les objets répondant aux deux premiers critères des « planètes » mais pas au dernier (ils ne sont pas seuls dans leur voisinage). Depuis 2006, nos manuels scolaires ne comptent donc plus que huit planètes principales : Mercure, Vénus, la Terre, Mars, Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune.

Au-delà de Pluton

Malgré la définition de l'UAI en 2006, la quantité de planète dans notre système n'est pas figée définitivement. En 2014, la découverte d'un nouvel objet de la ceinture

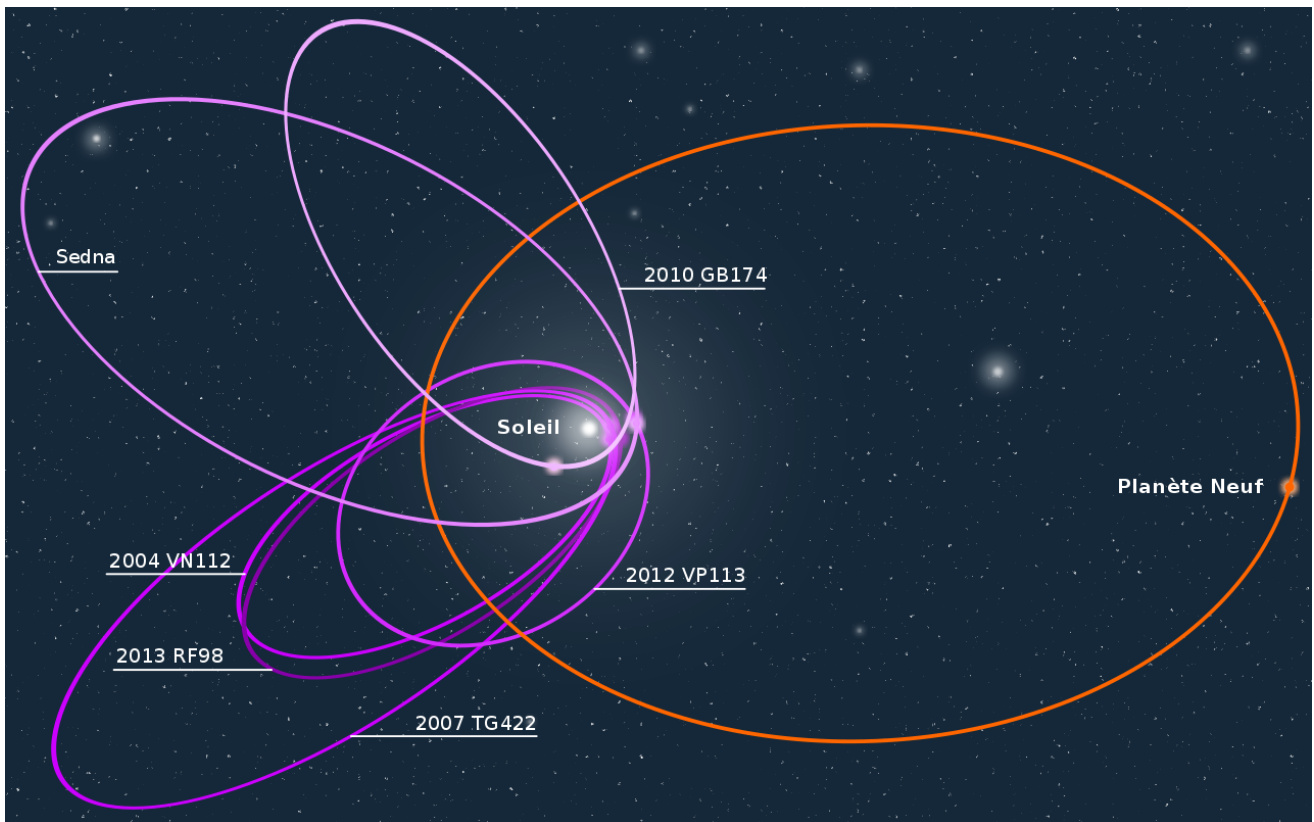


Figure 5 - Orbite possible de la Planète Neuf et disposition des orbites des objets trans-neptuniens perturbés par celle-ci.

de Kuiper¹, appelé 2012 VP113, relance de façon inattendue le débat de la « planète X ». 2012 VP113 n'a rien d'une planète, mais il fait partie d'un groupe d'objets dont les trajectoires sont très particulières : leurs orbites semblent contraintes à s'aligner selon une direction privilégiée. Un comportement inattendu dans un milieu où les orbites devraient être réparties de façon totalement aléatoire. La probabilité qu'un tel alignement soit dû uniquement au hasard est de 0,007%, ce qui suggère donc, à la manière des calculs de Le Verrier pour

Uranus, une perturbation provenant d'un objet massif plus lointain.

Une étude de Konstantin Batygin et Michael E. Brown datée de 2016 montre qu'une telle perturbation de l'orbite de ces objets pourrait être due à une planète d'une masse supérieure à dix masses terrestres et située à plus de 700 unités astronomiques² du Soleil, plus de dix fois la distance de Pluton. Un objet aussi petit et lointain est extrêmement difficile à observer, et n'a pas encore été découvert. A l'instar de la « découverte » de Neptune par Le Verrier, la

¹ La ceinture de Kuiper est un réservoir d'objets situé dans la partie externe du Système Solaire, entre 30 et 50 fois la distance Terre-Soleil. Elle est analogue à la ceinture principale d'astéroïdes que l'on retrouve entre Mars et Jupiter. Pluton est l'objet le plus important de la ceinture de Kuiper.

² L'unité astronomique est une mesure de distance pour les objets du Système Solaire. Une unité astronomique (U.A.) est la distance moyenne entre la Terre et le Soleil et vaut environ 150 millions de kilomètres.

présence de cette neuvième planète n'a pour l'instant été déduite que de manière indirecte. Ce qui est vu par les astronomes est son effet sur les corps alentours (fig. 5).

La confirmation de l'existence de cette nouvelle planète nécessite désormais des observations précises et reste un enjeu difficile. Non seulement l'objet est très faible en éclat, de par sa distance au Soleil, mais il est également très lent. Avec une période avoisinant les 20 000 ans, l'observation du mouvement d'une telle planète demande des observations de longue durée avec des télescopes de grande taille.

Si cette « planète 9 » existe bel et bien, elle pose également un autre problème : celui de sa formation. Les modèles de formation du Système Solaire actuels ne permettent pas à une planète de se former à une telle distance du Soleil. L'hypothèse émise est que cette planète aurait été éjectée vers l'extérieur

lors de la formation des embryons planétaires du Système Solaire.

L'existence possible d'une « planète 9 » à une très grande distance du Soleil remet donc sur le tapis la question du nombre de planètes dans notre Système. Il est tout à fait possible que d'autres planètes se trouvent à des distances importantes de notre étoile, de telle manière que leurs perturbations sur les objets environnants n'aient pas encore été remarquées. Finalement, à la question du nombre de planètes dans notre Système Solaire, une seule réponse s'impose : personne ne le sait vraiment, aucune réponse n'est définitive.

Par Andy Richard, médiateur scientifique en astronomie – Palais de la Découverte (Paris)

Contact : andy.richard@universcience.fr