

Des petits corps mal connus

Depuis 1992, les découvertes se succèdent à un rythme effréné : environ 200 objets transneptuniens ont déjà été observés depuis 1992. Cette moisson résulte de l'utilisation de caméras à capteurs CCD montées sur les grands télescopes internationaux. Cependant, la plupart de ces corps n'ont été observés qu'une fois et ils ne seront probablement jamais observés à nouveau. La détermination de leur orbite est compromise, car elle nécessiterait plusieurs années d'observation. En trois ans, de tels objets parcourent environ un centième d'orbite, soit le strict minimum pour la détermination d'une orbite approximative. De surcroît, il faut que l'objet soit observé chaque année lors de son passage à l'opposition (lorsque l'objet et le Soleil sont opposés dans le ciel), ce qui nécessite une coopération entre tous les groupes d'observateurs.

Brett Gladman, de l'Observatoire de la Côte d'Azur collabore avec des astronomes de l'Université de Toronto dans un programme de recherche et de suivi d'objets transneptuniens. De nouvelles techniques d'observation et de traitement des données leur ont permis de découvrir l'objet le plus lointain (62 unités astronomiques lors de son observation) et l'objet le plus petit (15 kilomètres de dimension).

Le nombre d'objets lointains bien connus étant très restreint, les conclusions sur le Système solaire externe restent spéculatives. Ainsi, plusieurs équipes travaillent sur des scénarios différents de celui présenté dans l'article de R. Malhotra. Sous l'impulsion d'Alessandro Morbidelli, le groupe de mécanique céleste de l'Observatoire de la Côte d'Azur a imaginé que de gros planétésimaux (certains d'une taille au moins équivalente à celle de Mars) se forment en même temps que les planètes géantes. À la fin de la formation des planètes géantes, le gaz qui était dans le Système solaire commence à se dissiper. La dynamique gravitationnelle n'est alors plus amortie par le gaz environnant et l'orbite des gros planétésimaux

est très perturbée par les planètes géantes : en quelques millions ou dizaines de millions d'années, ils auraient été éjectés du Système solaire. Au cours de cette éjection, les gros planétésimaux traversent les ceintures de petits corps et les perturbent. De nombreux petits corps sont éjectés du Système solaire ; les survivants sont sur des orbites excentriques et inclinées.

Un tel modèle explique d'une façon unifiée les caractéristiques dynamiques et physiques connues, pour la ceinture des astéroïdes, et supposées, pour la ceinture de Kuiper. Contrairement à celui de R. Malhotra, ce modèle prévoit que tous les petits corps au-delà de Neptune sont entraînés sur des orbites excentriques et inclinées, pas seulement ceux qui sont sur des orbites résonantes.

Le grand nombre d'objets sur des orbites résonantes, point clef du modèle de R. Malhotra, pourrait n'être qu'un effet de sélection des observations, qui sont le plus souvent effectuées dans des directions où les corps en résonances dominent ; de plus, les responsables du Centre pour les petites planètes de Cambridge, chargés de la détermination des orbites, ont la fâcheuse manie d'attribuer une orbite résonante à tout corps pour lequel les données orbitales manquent...

Le mécanisme de capture des orbites résonantes fonctionne uniquement lorsqu'il n'y a plus de gros planétésimaux dans le Système solaire. Aussi, l'évolution du Système solaire s'est probablement déroulée en deux phases : une perturbation des petits corps, due pour l'essentiel à la présence de planétésimaux massifs, puis, lorsque ces planétésimaux ont été éjectés, une période de migration de Neptune qui a capturé certains corps en résonance, enrichissant les orbites résonantes. Toutefois, comme les orbites initiales des objets transneptuniens n'étaient vraisemblablement par circulaires, leur excentricité actuelle ne permet pas de déduire la distance de migration.

Jean-Marc PETIT, Observatoire de la Côte d'Azur, Nice

atteigne le bord interne du disque, à quelques rayons stellaires seulement de l'étoile. Enfin, le troisième mécanisme est la diffusion des planètes, qui se seraient formées sur des orbites trop proches les unes des autres pour assurer une stabilité à long terme ou qui auraient migré vers de telles orbites. Si l'issue de ce scénario reste imprévisible, il devrait néanmoins conduire à des orbites très excentriques. Le hasard pourrait, dans certains cas, placer une des planètes dispersées sur une orbite excentrique, dont le point le plus proche de l'étoile serait si proche de cette dernière que les effets de marées finiraient par circulariser l'orbite ; l'autre planète serait déplacée vers une orbite excentrique éloignée. Chacun de ces mécanismes peut rendre compte de toute une variété de rayons orbitaux et d'excentricités orbitales pour les planètes survivantes.

Ces idées ne sont pas un simple ajustement de la théorie classique de formation des planètes. Elles remettent en cause l'opinion répandue qui voudrait que les disques protoplanétaires entourant des étoiles de type solaire évoluent en des systèmes planétaires semblables au nôtre. En réalité, la plupart des planètes pourraient naître dans des configurations instables, de sorte qu'une migration planétaire ultérieure donnerait des résultats très variés, selon les propriétés initiales du disque. Seules de nouvelles observations et des avancées théoriques permettront d'élucider la relation entre les planètes extrasolaires nouvellement découvertes et les planètes de notre Système solaire. Néanmoins, les astronomes sont maintenant convaincus que les planètes peuvent changer d'orbite de façon radicale.

Renu MALHOTRA travaille au Laboratoire Lunaire et planétaire de l'Université de l'Arizona.

Ivars PETERSON, *Le chaos dans le Système solaire*, Collection Sciences d'avenir, Pour la Science, 1995.

Geoffrey W. MARCY et R. Paul BUTLER, *Detection of Extrasolar Giant Planets*, in *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, vol. 36, pp. 57-98, 1998.

Renu MALHOTRA et al., *Dynamics of the Kuiper Belt*, in *Protostars and Planets IV*, sous la direction de V. Mannings et al., University of Arizona Press (à paraître).