

La découverte portugaise est exceptionnelle à plus d'un titre. C'est d'abord la première fois que l'on trouve un embryon de dinosaure en Europe. Ensuite, les œufs retrouvés ont 50 millions d'années de plus que la plupart des œufs connus. Enfin, à l'intérieur de plusieurs œufs, les restes osseux caractéristiques et liés montrent que des

embryons sont présents dans cette ponte. À l'aide de ces éléments, on a reconstitué l'histoire de ces œufs.

À Paimogo, il y a près de 140 millions d'années, des théropodes ont pondu leurs œufs dans un sol meuble, propre à l'incubation et à l'éclosion de leur progéniture. Suite à une inondation, les pontes ont été recouvertes d'un sédi-

ment qui fit périr les embryons peu avant l'éclosion des œufs. Le dégagement d'autres œufs et la comparaison avec des restes de dinosaures retrouvés récemment dans la même région devrait permettre de comparer les os des théropodes adultes à ceux des embryons et de préciser l'espèce exacte à laquelle appartiennent ces embryons.

Les petits corps du Système solaire

Une planète éloignée et un compagnon de la Terre

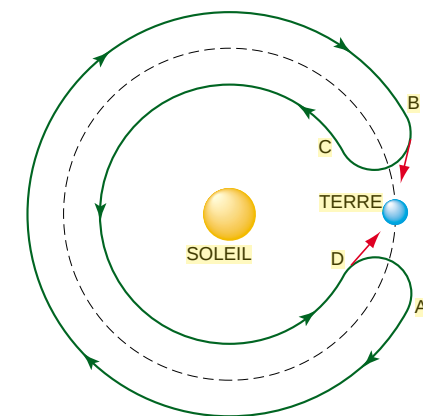
Les Grecs identifièrent les cinq astres Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne, parce que ceux-ci se déplaçaient par rapport aux étoiles : ils les nommèrent planètes, ce qui signifie «astre errant». Par la même technique de recherche, des astronomes viennent de découvrir deux nouveaux corps. L'un d'eux, 1996TL66, tourne très loin du Soleil, au-delà de l'orbite de Pluton. Le second est beaucoup plus proche, puisqu'il suit la Terre dans son mouvement autour du Soleil et peut ainsi

être considéré comme un compagnon de la Terre.

Depuis la découverte de Pluton, en 1930, les astronomes ont recherché une dixième planète à notre Système solaire. En 1992, leurs efforts ont été récompensés par la découverte des premiers objets de la ceinture de Kuiper : de petites planètes gelées situées au-delà de l'orbite de Neptune. On estime que 35 000 objets de la ceinture de Kuiper ont un diamètre compris entre 100 et 400 kilomètres. Ces objets sont beaucoup plus petits que Pluton ou que son satellite Charon (2 300 kilomètres et 1 100 kilomètres de diamètre), mais l'excentricité de leurs orbites sont semblables. C'est pourquoi les astronomes considèrent aujourd'hui que Pluton fait partie de la ceinture de Kuiper, plutôt que du cortège planétaire.

En octobre 1996, lorsque Jane Luu et ses collègues du Centre d'astrophysique d'Harvard découvrirent 1996TL66, ils pensèrent que cet objet appartenait à la ceinture de Kuiper, mais ils remarquèrent bientôt ses particularités : son orbite allongée s'éloigne à plus de 130 unités astronomiques du Soleil, soit le triple de la distance de Pluton au Soleil. De plus, cet astre réfléchit bien la lumière solaire ; c'est même l'objet le plus brillant découvert dans le Système solaire depuis la découverte de Charon en 1978.

D'où provient-il ? Selon Martin Duncan, de l'Université Queens, au Canada, il serait le premier d'une nouvelle ceinture d'objets, distincte de la ceinture de Kuiper, ayant des orbites plus allongées et inclinées par rapport à l'écliptique (le plan de l'orbite de la Terre autour du Soleil). Au cours de la formation du Système solaire, des perturbations gravitationnelles avec Neptune auraient éjecté de nombreuses petites planètes présentes dans ce voisinage sur des orbites allongées et inclinées sur l'écliptique. Cette nouvelle population d'objets s'étendrait jusqu'au nuage de Oort, le réservoir de

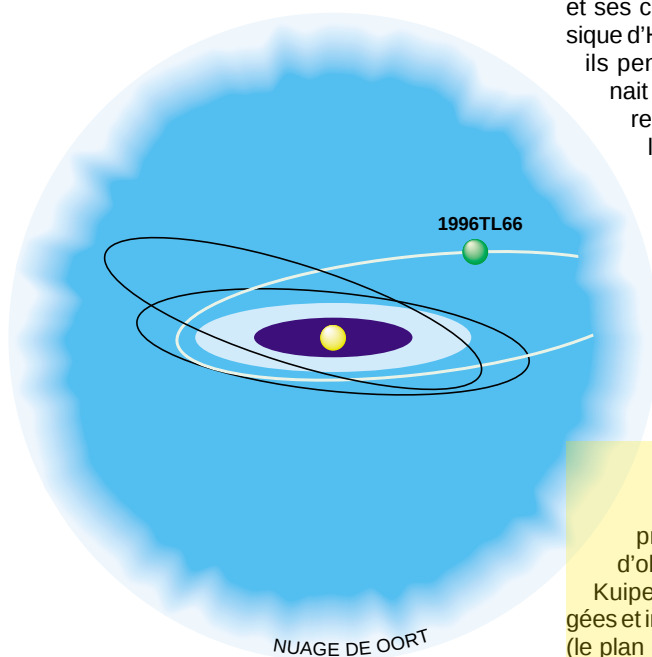


2. Orbite en fer à cheval idéalisée (toutes les trajectoires sont circulaires) du nouvel astéroïde, représentée dans un référentiel tournant avec la Terre (la Terre et le Soleil sont fixes).

comètes qui entoure le Système solaire, à plusieurs centaines d'unités astronomiques de la Terre (plusieurs dizaines de milliards de kilomètres).

Le second objet découvert, un astéroïde de cinq kilomètres de diamètre, est à une distance du Soleil voisine de celle de la Terre, dans le disque contenant les neuf planètes. Pour représenter son mouvement, plaçons-nous dans un référentiel centré sur le Soleil et qui tourne avec une période de un an. Dans ce référentiel tournant, la Terre et le Soleil sont fixes, et l'astéroïde tourne autour du Soleil en suivant une orbite en forme de fer à cheval (voir la figure 2).

Pourquoi une telle trajectoire ? Selon la troisième loi de Kepler, la période de révolution d'un corps augmente avec le rayon de l'orbite. Ainsi, sur la partie extérieure de la trajectoire (arc de cercle AB), l'astéroïde tourne autour du Soleil sur une orbite circulaire dont la période est légèrement supérieure à un an. L'astéroïde rattrape donc la Terre et arrive au point B. Là, attiré par la Terre, il est transféré sur une orbite circulaire de rayon inférieur, dont la période est alors légèrement inférieure à un an (arc CD). Cette fois il est rattrapé par la Terre et arrive au point D, où, attiré par la Terre, le rayon de son orbite augmente. Finalement l'astéroïde rejoint le point A et l'orbite est bouclée.



1. Plus éloignés du Soleil que les planètes (qui sont dans le disque violet), des milliers de petits corps sont confinés dans la ceinture de Kuiper (disque bleu clair). Les astronomes soupçonnent l'existence d'objets aux orbites allongées et inclinées entre la ceinture de Kuiper et le nuage de Oort ; 1996TL66 serait le premier de ces nouveaux objets.

Dans le référentiel «naturel» (Soleil fixe et Terre en révolution autour du Soleil) on verrait l'astéroïde rattraper la Terre sur une orbite circulaire, puis se faire rattraper par elle sur une orbite circulaire de rayon inférieur.

Ce type d'orbite en fer à cheval est très stable lorsque les parties de l'orbite sont toutes circulaires : un objet peut y demeurer durant des millions d'années sans risque de collision avec la Terre, même s'il accomplit en moyenne une révolution autour du Soleil lorsque la Terre en accomplit une. En

réalité, le compagnon actuel de la Terre possède une trajectoire plus excentrique : les parties de l'orbite ne sont pas des cercles, mais des ellipses, ce qui diminue sa stabilité. Paul Wiegert et ses collègues de l'Université York dans l'Ontario ont montré qu'un croisement pourrait se produire avec la Terre dans 2 750 ans. Cet astéroïde est le premier découvert avec une orbite en fer à cheval, mais les milliers de petits corps qui entourent la Terre contiennent peut-être d'autres objets aux caractéristiques orbitales analogues.

Parasites indicateurs

La parenté du capelan et du tacaud rétablie par leurs parasites.

Une ressemblance morphologique fait parfois conclure abusivement à des cousinages évolutifs. La similarité des parasites, en revanche, est un indicateur beaucoup plus sûr : étroitement dépendants des caractéristiques biologiques de leurs hôtes, les parasites gardent des traces de l'évolution de ceux-ci. L'étude des vers qui parasitent le capelan et le tacaud, cousins de la morue, a ainsi révisé les liens de parenté entre eux.

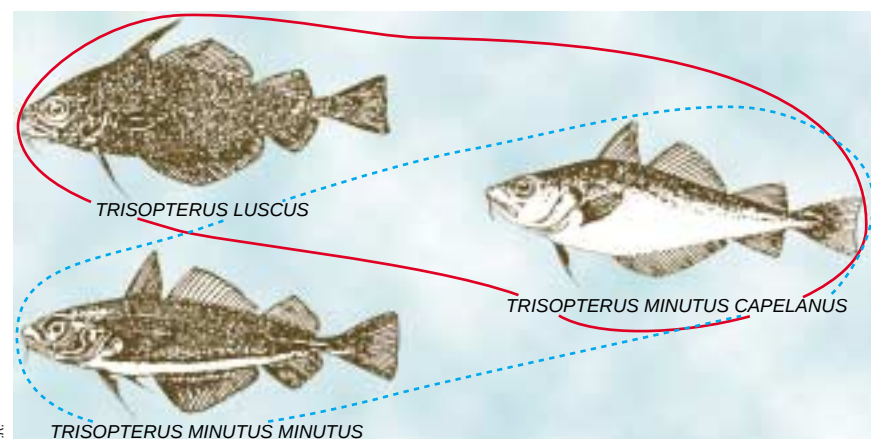
Le capelan, *Trisopterus minutus capellanus*, est un poisson osseux qui vit en Méditerranée. Ce serait une relique des dernières glaciations, où des faunes de l'Atlantique ont colonisé la Méditerranée : sur des critères morphologiques et écologiques, les zoologistes l'avaient classé comme une sous-espèce de *Trisopterus minutus minutus*, qui vit dans

l'océan Atlantique. *Trisopterus minutus minutus* est rassemblée par les pêcheurs avec une autre espèce, *Trisopterus luscus*, sous le nom commun de tacaud.

Les branchies des *Trisopterus* hébergent un parasite, ver plat du genre *Diclidophora*. La morphologie indiquait que le même ver parasitait les trois espèces de poisson, mais l'analyse génétique réalisée au Laboratoire de parasitologie comparée de Montpellier a révélé l'existence de deux espèces distinctes de vers *Diclidophora* : l'une parasite *Trisopterus luscus* et *Trisopterus minutus capellanus*, et l'autre est hébergée par *Trisopterus minutus minutus*.

Les biologistes ont alors examiné 16 gènes codant des enzymes chez les *Trisopterus*. Leurs résultats concordent avec les choix des parasites : *Trisopterus luscus* et *Trisopterus minutus capellanus* sont similaires génétiquement, et distincts de *Trisopterus minutus minutus*. La ressemblance morphologique n'est qu'une convergence, due au hasard de l'évolution.

Catherine PERRIN



Le capelan *Trisopterus minutus capellanus*, morphologiquement plus proche de *Trisopterus minutus minutus* que de *Trisopterus luscus*, est en fait une sous-espèce de ce dernier, avec lequel il partage le même parasite.