

Trois missions spatiales

L'idée de consacrer une mission spatiale à la recherche de planètes analogues à la Terre par la méthode des transits date du milieu des années 1980. Celle de mettre à profit les projets de sismologie stellaire du CNES a germé en 1988. Elle s'est concrétisée par le projet *COROT* (COnvection, ROTation et Transits planétaires), initialement consacré à la seule sismologie stellaire et approuvé par le CNES en octobre 2000. D'autres pays européens (Autriche, Belgique, Espagne et sans doute bientôt l'Italie) et l'Agence spatiale européenne s'y sont joints.

COROT se présente sous la forme d'un petit télescope de 27 centimètres de diamètre, lancé en 2004 sur une orbite « polaire » (perpendiculaire à l'équateur terrestre) à une altitude de 800 kilomètres. La sonde enregistrera, au moyen de caméras numériques très sensibles, leur luminosité toutes les 32 secondes, avec une précision atteignant un pour 10 000 au bout d'une heure d'accumulation des enregistrements. Le télescope sera pointé vers 12 000 étoiles à 30 degrés de la Voie lactée, dans une direction opposée au Soleil. Six mois plus tard, changement de cap : la Terre aura tourné autour du Soleil, *COROT* changera alors son orientation de 180 degrés afin d'éviter la lumière du Soleil, et visera un second champ d'étoiles, avant de revenir au voisinage du premier six mois plus tard, et ainsi cinq fois de suite. Au total, ce seront 60 000 étoiles qui seront suivies pendant deux ans et demi. On devrait détecter 400 planètes géantes, mais surtout des planètes telluriques, sans compter les éventuels satellites et anneaux de planètes. Si tout va bien, *COROT* sera le premier à détecter, à partir de 2005, une autre Terre dans l'Univers.

Deux autres missions sont en cours d'élaboration. La première est celle de l'Observatoire Eddington, projet de l'Agence spatiale européenne. La seconde est le projet Kepler, soumis à la NASA, qui n'a pas encore été adopté non plus. Les deux surveilleront plus de 100 000 étoiles pendant trois à cinq ans et devraient ramener, d'ici 2010, une moisson de plus de 100 terres chacune.

Jean SCHNEIDER, Observatoire de Paris

Ainsi, les binaires à éclipses représentent une aubaine pour les chasseurs de planètes, ainsi que Jean Schneider et Michel Chevreton, de l'Observatoire de Meudon, ont été les premiers à le faire remarquer.

En 1994, nous avons organisé avec eux un réseau mondial de télescopes, afin de rechercher des planètes de type terrestre autour de CM Draconis, l'un des plus petits systèmes binaires à éclipses connus. Il est constitué de deux étoiles quatre fois plus petites que le Soleil, très froides, âgées d'environ neuf milliards d'années et situées à 54 années-lumière. La luminosité de CM Draconis est dix fois plus faible que celle de HD 209458. Les planètes habitables auraient une période orbitale comprise entre 18 et 35 jours. Les six télescopes du réseau ont observé cette zone pendant plus de 1 000 heures. Depuis six ans, des astronomes du monde entier ont réuni leurs mesures, obtenues à diverses longitudes.

La difficulté a consisté à distinguer le signal lié aux occultations dans le

bruit dû aux instabilités de l'atmosphère terrestre, de l'éclat stellaire, voire des instruments. Toutefois, les signatures de transits devant les binaires à éclipses sont réguliers, caractéristiques et prévisibles, si bien que l'algorithme mis au point avec J. Jenkins nous permet de détecter des planètes, alors même que la baisse de luminosité est noyée dans le bruit de fond. En pratique, nous avons comparé aux enregistrements plus de 400 millions de motifs susceptibles de correspondre à des transits. Grâce à cette technique, nous avons identifié neuf possibilités. Toutes correspondent à une planète dont le rayon serait égal à deux fois et demie celui de la Terre, mais neuf orbites sont possibles (voir la figure 4). Nous cherchons si les passages ont toujours lieu à une date et à une heure précises. Aujourd'hui, seules deux orbites semblent identifiées, l'une de 21 jours, l'autre de 26 jours. Nous continuons ces recherches et nous suivons en outre plusieurs centaines d'autres systèmes binaires à éclipses.

Un monde réglé comme une horloge

À terme, les transits pourraient même révéler si les planètes ont des satellites. En effet, les satellites font légèrement varier le mouvement orbital de leur planète mère, et modifient l'heure de l'occultation. Par exemple, si des astronomes extraterrestres suivaient le Soleil, ils remarqueraient que les transits ont lieu tous les 365,24 jours, et en déduiraient la présence de la Terre. Au bout de quelques années, ils remarqueraient que les passages peuvent intervenir avec deux minutes d'avance ou de retard, ce qui témoigne de la présence de la Lune. Si ces astronomes extraterrestres avaient des instruments photométriques très puissants, ils pourraient même détecter directement la petite baisse de luminosité supplémentaire due à la Lune.

Une planète se manifeste autrement que par ses occultations. Une binaire à éclipses est une sorte d'horloge, car les éclipses s'y produisent à intervalles réguliers. Si le mécanisme n'est pas parfaitement régulier, c'est qu'un corps massif invisible attire les étoiles. Par exemple, si une planète de la masse de Jupiter éloignait de nous une étoile binaire, les éclipses interviendraient avec quelques secondes de retard, c'est-à-dire le temps supplémentaire que mettrait la lumière des deux étoiles pour nous parvenir. Plus la planète est éloignée ou plus sa masse est élevée, plus le décalage augmente (méthode du chronométrage). Ainsi, on peut détecter une planète géante même si elle ne passe pas devant les deux étoiles. D'après les données disponibles, les astronomes savent où les planètes géantes ont des chances d'être situées dans certains systèmes. Par exemple, CM Draconis ne contient aucun corps dont la masse est supérieure à trois fois celle de Jupiter et dont l'orbite est plus rapprochée que celle de la Terre.

Les mesures photométriques de haute précision accumulées pendant des années pourraient aussi fournir des informations sur la lumière réfléchie par les planètes. Les planètes situées sur une orbite assez proche de leur étoile, estimée à moins de dix fois le rayon stellaire environ, réfléchissent une fraction perceptible de la lumière stellaire. Elle engendrerait une ondulation cyclique, de moins d'un dix millièmes de l'éclat de l'étoile, mais distincte des autres variations de la luminosité stellaire. Cette technique permettrait de décou-