

composition similaire à celle de la Terre. Nous avons découvert que de telles planètes, même quand elles sont bien plus massives que la nôtre, semblent géologiquement actives et posséder une atmosphère et un climat qui pourraient être favorables à la vie. En fait, la Terre se situe peut-être à la limite inférieure de la plage de masses possibles pour qu'une planète soit habitable. En d'autres termes, si la Terre avait été un peu plus petite, elle serait devenue aussi stérile que Mars ou Vénus.

Les premières super-Terres

La première planète extrasolaire a été découverte au milieu des années 1990 par la méthode des « vitesses radiales », qui consiste à détecter la présence d'une planète par ses effets gravitationnels sur son étoile. La gravité de la planète imprime un léger mouvement oscillant à l'étoile ; mouvement qui est détecté sous forme d'un décalage du spectre lumineux de l'astre.

Dans les premiers temps, certains chercheurs se sont demandé si ces oscillations résultaient de la physique de l'étoile ou de la présence de planètes en orbite. Il y a une dizaine d'années, l'un

d'entre nous, D. Sasselov, alors spécialiste des étoiles variables, a contribué à montrer que les oscillations étaient bien causées par des planètes, validant ainsi la méthode des vitesses radiales.

D. Sasselov a ensuite rejoint le projet de l'Observatoire spatial *Kepler*, destiné à la recherche des exoplanètes. *Kepler* a finalement été mis en orbite en 2009. Comme CoRoT, il est conçu pour détecter des planètes par la méthode des transits, c'est-à-dire en observant les petites baisses de luminosité périodiques d'une étoile lorsqu'une planète en orbite passe devant elle. Le télescope de *Kepler* pointe sur une petite région du ciel près de la constellation du Cygne. Sa caméra à grand-angle suivra environ 150 000 étoiles en continu durant trois ans. *Kepler* devrait permettre de trouver des centaines de nouvelles planètes, dont certaines aussi petites que la Terre.

Dès les premiers stades de planification de la mission, D. Sasselov a réalisé que les scientifiques ne sauraient pas nécessairement exploiter la masse de données produites par *Kepler*. Par exemple, personne n'avait alors modélisé les processus géologiques à l'œuvre dans une grosse planète tellurique. Face à ce constat, D. Sasselov commença à travailler avec Richard

✓ SUR LE WEB

Site du télescope spatial Kepler : <http://kepler.nasa.gov/>

Le site de la mission CoRoT : <http://sci.esa.int/corot/>



Commentez cet article sur : www.pourlascience.fr

DESTINATIONS DE CHOIX DANS LA VOIE LACTÉE

Parce que les grosses planètes sont plus faciles à détecter que les petites, la plupart des 490 planètes connues à ce jour sont massives, jusqu'à huit fois plus que Jupiter. Pour la plupart, on ne peut estimer que leur masse et leur orbite, mais pas leur rayon. Pour certaines, cependant, le rayon est connu. C'est notamment le cas de deux planètes relativement petites, les super-Terres CoRoT-7b et GJ1214b.

PLANÈTE : Terre

TYPE : Tellurique (rocheux)

MASSE : 1 masse terrestre

RAYON : 1 rayon terrestre (6 371 kilomètres)

PÉRIODE ORBITALE : 365 jours

La géologie active, couplée à la « bonne » distance de la planète à son étoile mère, contribue à maintenir des températures de surface propices à la persistance de l'eau liquide. Très hospitalière pour la vie.

PLANÈTE : GJ1214b

TYPE : Super-Terre

DATE DE DÉCOUVERTE : 2009

MASSE : 6,55 masses terrestres

RAYON : 2,7 rayons terrestres

PÉRIODE ORBITALE : 38 heures

Une des deux seules super-Terres dont on connaît le rayon. Elle s'apparente davantage à une mini-Neptune, avec un intérieur de glace et de roche, et une enveloppe gazeuse.

PLANÈTE : CoRoT-7b

TYPE : Super-Terre rocheuse

DATE DE DÉCOUVERTE : 2009

MASSE : 4,8 masses terrestres

RAYON : 1,7 rayon terrestre

PÉRIODE ORBITALE : 20 heures

La première super-Terre dont on a mesuré le rayon. Elle présente toujours la même face à son étoile ; celle-ci est si chaude qu'elle est fondue en permanence. Des nuages de silice s'élèvent et se condensent sur le côté nuit constamment glacial.

PLANÈTE : Kepler 7b

TYPE : Géante gazeuse

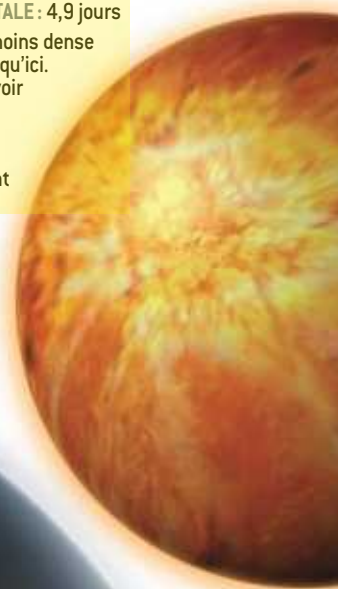
DATE DE DÉCOUVERTE : 2009

MASSE : 0,43 masse de Jupiter

RAYON : 1,48 rayon de Jupiter

PÉRIODE ORBITALE : 4,9 jours

La planète la moins dense découverte jusqu'ici. Elle pourrait avoir un petit noyau rocheux, mais elle est essentiellement gazeuse.



O'Connell, spécialiste de la structure de la Terre à l'Université Harvard.

Suite à une conversation avec D. Sas-selov, R. O'Connell demanda à ses étudiants de réfléchir à la façon dont la taille de la Terre serait modifiée si sa masse était supérieure. Dans quelle mesure le supplément de gravité contracterait-il la planète ? La question passionna Diana Valencia (l'autre auteur de cet article), une de ses étudiantes, qui s'engagea dans le champ de la dynamique des exoplanètes.

Dans le Système solaire, la Terre est la plus grosse des planètes rocheuses (ou telluriques), de sorte que l'on n'avait pas envisagé de planètes rocheuses plus massives, qualifiées aujourd'hui de super-Terres. Lorsque nous avons soumis en 2004 notre premier article sur le sujet, de nombreux planétologues restaient perplexes : les seules exoplanètes découvertes jusqu'alors étaient des géantes de la classe de Jupiter. Pourquoi étudier des planètes telluriques massives, dont l'existence était incertaine ?

Le bien-fondé de notre entreprise a néanmoins été vite confirmé. Par la méthode des vitesses radiales, Eugenio Rivera, de l'Université de Californie à Santa Cruz, et ses collaborateurs ont découvert en 2005 une planète en orbite autour de l'étoile Gliese 876, dans la constellation du Verseau, qui avait les caractéristiques d'une super-Terre.

Nommée GJ 876d, cette planète fait le tour de son étoile en deux jours seulement, et sa masse vaut approximativement 7,5 fois celle de la Terre. C'est cependant

COMMENT REPÉRER UNE PLANÈTE

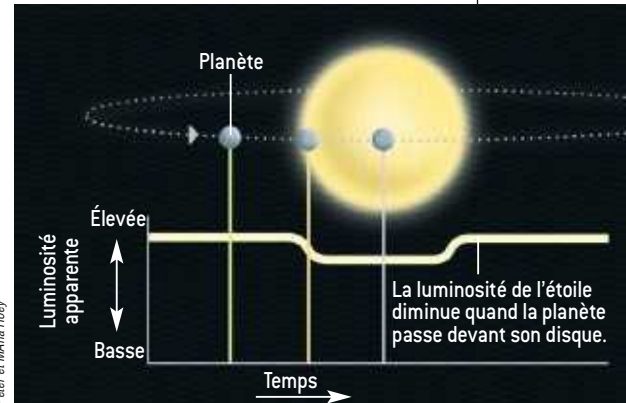
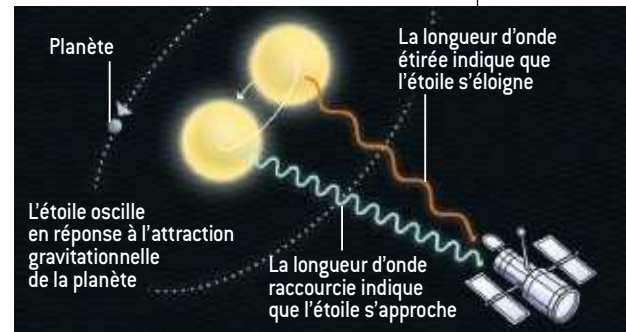
Comparées aux étoiles autour desquelles elles tournent, les planètes sont des sources lumineuses de très faible intensité. Par conséquent, seule une poignée de planètes extrasolaires, toutes grosses et brillantes, ont été « vues » directement, c'est-à-dire comme un point lumineux distinct de leur étoile. Dans certains cas, les astronomes ont distingué le spectre de la lumière réfléchi par la planète mélangé à celui de l'étoile. La plupart des autres planètes n'ont été détectées que de façon indirecte, en général par la méthode des vitesses radiales ou celle des transits.

MÉTHODE DES VITESSES RADIALES

Tout au long de son orbite, une planète attire légèrement vers elle son étoile. Les infimes changements de la vitesse relative de l'étoile par rapport à la Terre qui en résultent se traduisent par des décalages tenus dans le spectre lumineux de l'étoile. On sait détecter des variations d'à peine un mètre par seconde. Leur périodicité révèle la présence de la planète.

MÉTHODE DES TRANSITS

Si l'orbite d'une planète croise la ligne de visée de son étoile à la Terre, elle bloque partiellement la lumière de l'étoile, comme une éclipse de Lune obscurcit le Soleil. Le transit d'une planète de la taille de Jupiter fait baisser la luminosité de son étoile d'environ un pour cent (cela dépend aussi de sa distance à l'étoile) ; pour une planète de la taille de la Terre, la baisse est d'environ 0,01 pour cent. Une variation aujourd'hui décelable.



PLANÈTE : HD149026b

TYPE : Géante gazeuse

DATE DE DÉCOUVERTE : 2005

MASSE : 0,36 masse de Jupiter

RAYON : 0,65 rayon de Jupiter

PÉRIODE ORBITALE : 69 heures

La planète géante la plus dense découverte à ce jour. Son orbite est si proche de son étoile que sa température en surface dépasserait 2 000 °C.

PLANÈTE : Osiris (HD209458b)

TYPE : Géante gazeuse

DATE DE DÉCOUVERTE : 1999

MASSE : 0,69 masse de Jupiter

RAYON : 1,32 rayon de Jupiter

PÉRIODE ORBITALE : 3,5 jours

Une des rares planètes dont la lumière a été isolée dans le spectre de son étoile. Son spectre révèle la présence d'oxygène et de carbone dans l'atmosphère. Il y aurait également de la vapeur d'eau.

PLANÈTE : Fomalhaut b

TYPE : Géante gazeuse

DATE DE DÉCOUVERTE : 2008

MASSE : 0,5 à 3 masses de Jupiter

RAYON : 1 rayon de Jupiter ?

PÉRIODE ORBITALE : 872 ans

Une des rares planètes extrasolaires, et l'objet de plus faible masse hors du Système solaire, à avoir été détectées de façon directe.