

L'astronomie dans le monde



Fomalhaut

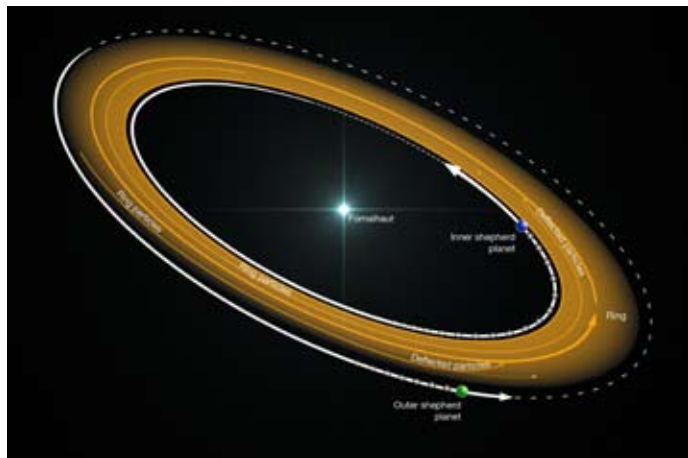
La controverse entourant le système planétaire de Fomalhaut a connu un rebondissement avec les observations réalisées au moyen d'ALMA, le réseau interférométrique de l'Atacama.

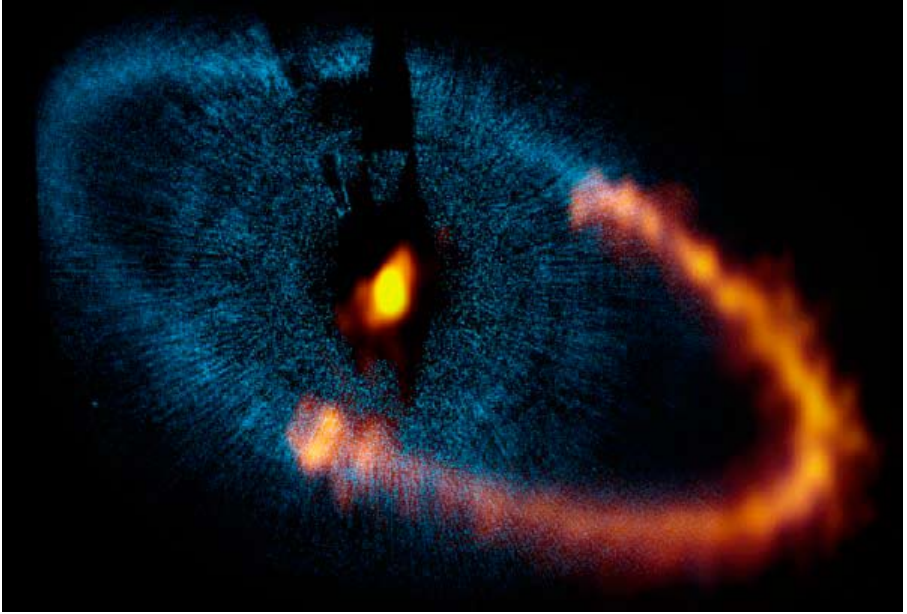
En 2008 le télescope spatial Hubble avait pris une image suggérant la présence d'une planète au moins aussi grosse que Saturne au bord intérieur du célèbre anneau de poussières entourant l'étoile. Des images infrarouges obtenues avec le télescope spatial infrarouge Spitzer et analysées avec les méthodes les plus sophistiquées ne montrent pas cette planète. Si elle existe, elle doit être beaucoup plus petite.

Les poussières de l'anneau de Fomalhaut pourraient être guidées par les interactions gravitationnelles avec les planètes. La planète intérieure, la plus rapide, transfère de l'énergie aux particules, les faisant se déplacer vers l'extérieur. La planète extérieure, plus lente, enlève de l'énergie aux particules, les faisant retomber vers l'intérieur.
(© ALMA ESO/NAOJ/NRAO/B. Saxton)

La source observée par Hubble n'est pas une planète mais un nuage de poussières plus ou moins éphémère.

ALMA vient à la rescousse des astronomes en fournissant des images inégalées à des longueurs d'onde encore plus grandes. On y voit que les bords de l'anneau sont très abrupts ce qui peut impliquer que les poussières sont soumises aux effets gravitationnels de deux planètes « bergères » dont les masses doivent être comprises entre celle de Mars et quelques fois celle de la Terre. Des masses plus élevées détruiraient l'anneau, des masses plus faibles





Juxtaposition de l'image ALMA de Fomalhaut (partie droite) et d'une image antérieure prise par le télescope spatial Hubble (ALMA ESO/NAOJ/NRAO ; HST)

Au moment des observations, seules 25% des 66 antennes d'ALMA étaient en fonction. On peut s'attendre à de fascinantes découvertes lorsque le réseau sera entièrement opérationnel, l'an prochain. Dans cette image prise à la mi-mai, la 33^e antenne venait d'être amenée sur le plateau de Chajnantor. (ALMA, ESO/NAOJ/NRAO, J. Guardu)





Prométhée (au milieu) et Pandore encadrent l'anneau F de Saturne. (NASA/JPL/Space Science Institute)

ne le contiendraient pas... ou du moins, c'est ce que pensaient les astronomes d'ALMA avant la présentation de nouveaux modèles hydrodynamiques simulant en détails les interactions entre le gaz et les poussières des disques circumstellaires. Il est tout à fait possible d'obtenir des structures annulaires bien nettes



et asymétriques sans l'intervention de planètes bergères.

Le cas des planètes de Fomalhaut reste donc en suspens. On comprend que leur détection éventuelle soit au-delà des capacités des télescopes optiques et infrarouges et les astronomes sont marris de voir disparaître cette possibilité de déduire leur existence à partir de l'étude de l'anneau circumstellaire.

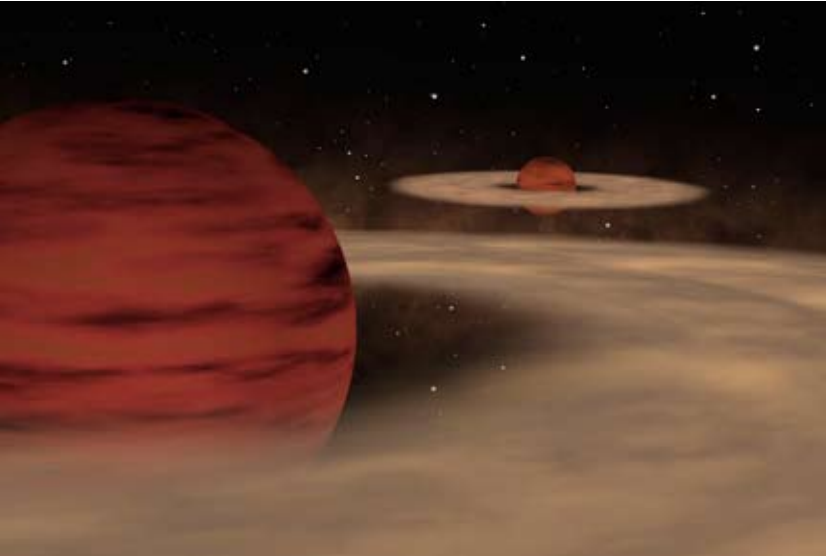
La largeur de cet anneau est d'environ 16 fois la distance Terre-Soleil et son épaisseur représente le septième de sa largeur. Il se révèle ainsi plus étroit et fin qu'on ne le croyait. Il se situe à environ 140 fois la distance Terre-Soleil de l'étoile, ce qui dans le Système Solaire le placerait à plus de quatre fois la distance de Pluton.

L'absence possible de planètes bergères ne devrait pas trop étonner les astronomes. Les grosses planètes présentent aussi des anneaux étroits et, dès 1979, on avait proposé l'hypothèse de lunes bergères pour expliquer la finesse des anneaux d'Uranus – anneaux que l'on venait de découvrir en observant l'occultation d'étoiles depuis le sol. Il existe bien quelques exemples remarquables de lunes bergères, mais c'est loin de représenter la majorité. Ainsi Cordélia et Ophélide guident l'anneau epsilon d'Uranus, mais Voyager 2 n'a rien trouvé pour les autres. L'anneau F de Saturne est entouré de toute une équipe de bergers, dont Pandore et Prométhée. Les lunes Pan, Daphnis et Atlas remplissent aussi cet office pour d'autres anneaux de Saturne, mais il est clair que d'autres interactions complexes sont en jeu pour structurer les anneaux.

Planètes volages

Des planètes peuvent se faire éjecter d'un système stellaire à la suite d'interactions gravitationnelles. Une nouvelle étude montre qu'une faible proportion d'entre elles peuvent réintégrer un autre système, un scénario qui est le plus plausible dans les amas stellaires jeunes.

Ces pièces rapportées devraient se cantonner généralement loin de leur nouvelle étoile et avoir des orbites anormales, mais il n'en reste pas moins qu'identifier une planète



Vue d'artiste d'un « planemo » – une planète non liée à une étoile – binaire. La distance entre les deux astres devrait en réalité être beaucoup plus grande. (ESO)

capturée sera très difficile. Un cas assez convaincant serait celui d'une planète tournant très loin d'une étoile de faible masse. On verrait difficilement comment un tel système pourrait se former à partir d'un disque protoplanétaire qui serait trop peu massif.

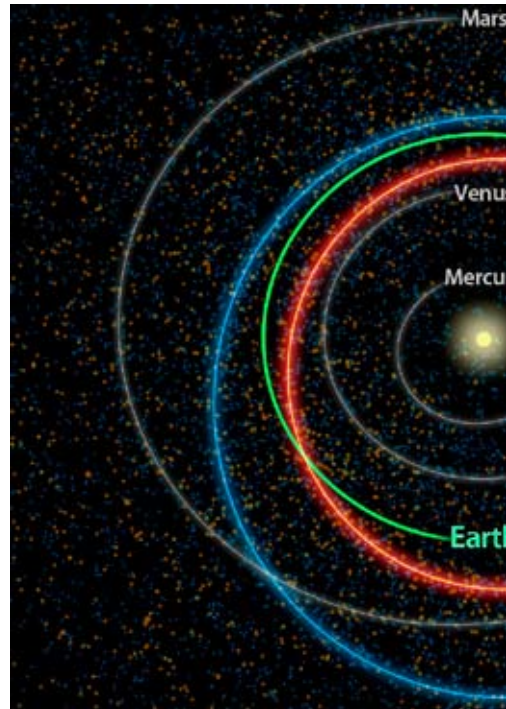
On n'a pas encore trouvé un tel système mais le cas le plus approchant est celui de la planète double Oph 162225-240515 découverte en 2006 avec le télescope NTT de l'ESO, à La Silla.

Astéroïdes

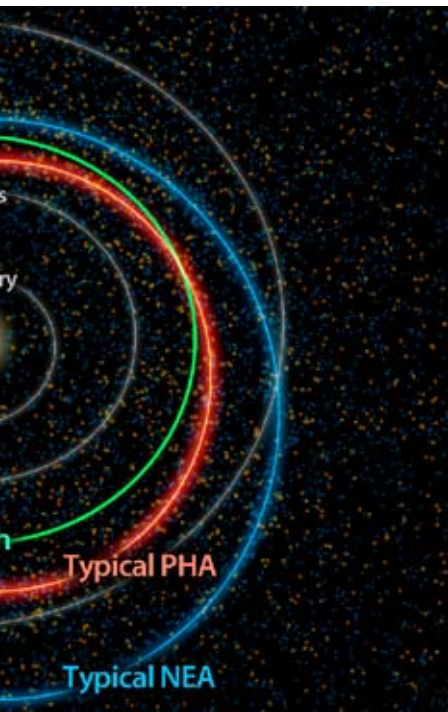
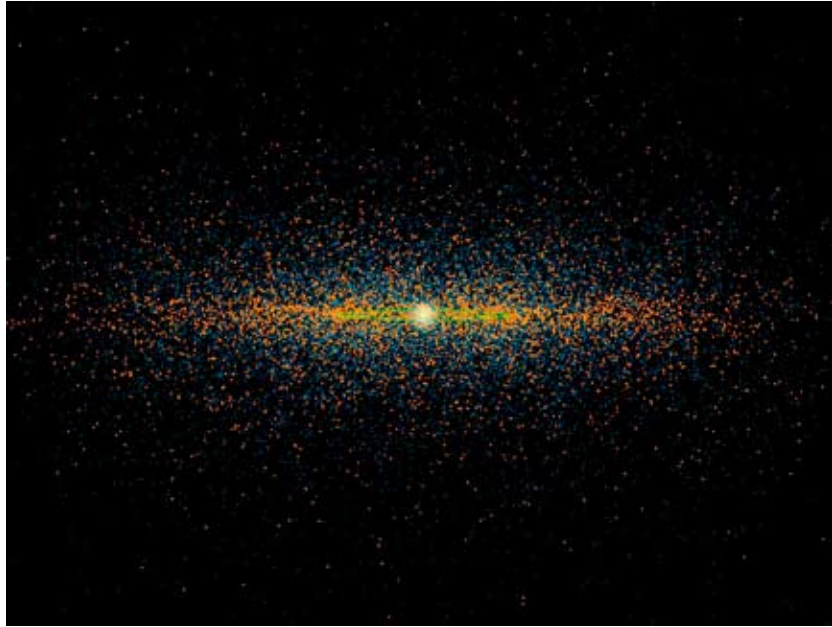
Les observations faites avec le télescope spatial infrarouge WISE (Wide-field Infrared Survey Explorer) ont permis d'estimer le nombre d'astéroïdes potentiellement dangereux (PHA) du système solaire, leur origine et les risques qu'ils

Différences entre l'orbite d'un géocroiseur (NEA) typique et d'un géocroiseur typiquement dangereux (PHA). Les PHA constituent un sous-ensemble des NEA, leur orbite vient plus près de nous et leur taille est suffisante pour provoquer de gros dommages en cas de collision.

Les points représentent les populations de NEA et PAH simulées à partir des données du télescope spatial WISE. (NASA/JPL-Caltech)



Position des NEA et PHA par rapport au plan de l'écliptique selon les données acquises par WISE. L'orbite de la Terre est représentée par la petite ellipse très aplatie. Les PHA tendent à être proches du plan du système solaire. On le savait avant WISE, mais ces données montrent que l'effet est deux fois plus prononcé qu'on ne le pensait. (NASA/JPL-Caltech)



présentent. En extrapolant à partir d'un échantillon de 107 PHA, les astronomes obtiennent une population totale de 4 700 astéroïdes de plus de 100 m de diamètre et dont l'orbite passe à moins de 8 millions de km de celle de la Terre. La fourchette d'erreur est de 1 500. Seuls 20 ou 30 % de ces objets ont été identifiés.

Les PHA (potentially hazardous asteroids) constituent un sous-ensemble des géocroiseurs diversement appelés ECA (Earth-Crossing Asteroids), NEO (Near Earth Objects, ceux-ci comprenant aussi quelques comètes), ou NEA (Near Earth Asteroids), dont WISE estime le nombre à 20 500.

Il apparaît que les PHA ont des orbites souvent proches du plan de l'écliptique. Peut-être proviennent-ils de la collisions d'astéroïdes dans la ceinture principale, entre Mars et Jupiter.

Des estimations précédentes donnaient des valeurs similaires, mais celles-ci sont plus crédibles. Des astéroïdes de faible inclinaison sont plus susceptibles de rencontrer la Terre, mais ils sont aussi plus accessibles pour une mission spatiale.

WISE a aussi découvert que beaucoup de PHA sont intrinsèquement plus brillants que les autres astéroïdes. Cela signifie probablement qu'ils sont métalliques ou faits de roches comme le granit. Cette donnée est importante car elle permet de prévoir la façon dont l'astéroïde brûlerait dans l'atmosphère en cas d'impact.

Rappelons que la mission WISE a balayé deux fois le ciel en infrarouge, puis est entré en hibernation au début 2011. Des centaines de millions d'objets ont été catalogués, étoiles, comètes, astéroïdes mais aussi des objets plus exotiques comme des galaxies super-lumineuses ou des pouponnières stellaires.

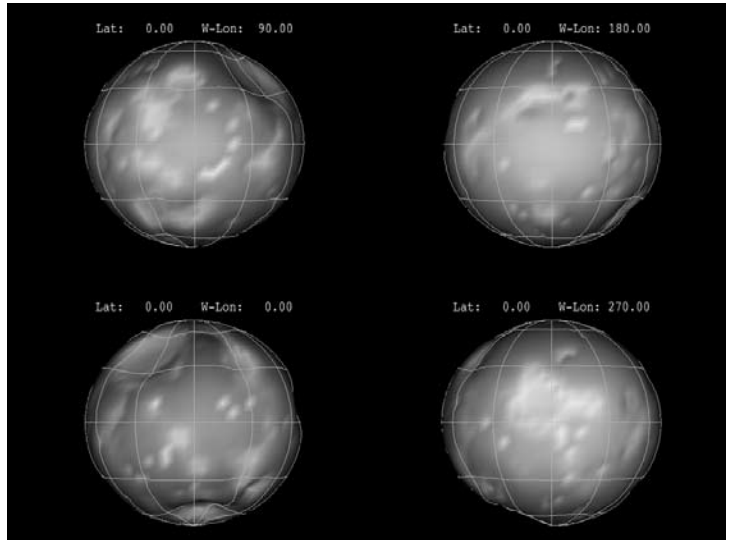
KOI-872

Parmi les nombreux résultats de Kepler les transits observés pour l'étoile KOI-872 montrent des variations remarquables. Les astronomes guettent ce genre de perturbations pour découvrir des lunes mais, dans ce cas, elles sont simplement dues à une autre planète dont on n'observe pas de transits.

Une planète qui tourne sagement autour de son étoile en suivant les lois de Kepler devrait montrer des transits qui se répètent avec une régularité d'horloge. Si ce n'est pas le cas, c'est qu'un autre astre perturbe le système. Ce peut être un satellite qui tire la planète vers l'avant ou vers l'arrière. Une observation très fine pourrait révéler le transit du satellite, mais une taille trop petite interdirait souvent cette observation. Cela peut-être, comme ici, le fait d'une autre planète. Peu importe que sa position la fasse passer devant l'étoile ou pas. La mécanique céleste est capable de révéler sa présence, une idée qu'avait mise en œuvre Le Verrier pour Uranus.

Phoebé

Phoebé, une des lunes de Saturne, se distingue entre autre par son orbite rétrograde. Elle s'est probablement formée très tôt et loin du Soleil dans la ceinture de Kuiper et elle générerait suffisamment de chaleur pour adopter une forme sphérique et un certain degré de différenciation. Peut-être a-t-elle contenu de l'eau liquide ce qui expliquerait la présence de divers composés chimiques. Après plusieurs centaines de millions d'années passées aux confins du système solaire Phoebé a migré vers le Soleil, survivant aux réarrangements planétaires avant de se faire capturer par Saturne.



Les images prises par Cassini ont permis de mieux appréhender la forme quasi sphérique de la lune de Saturne, Phoebé. Les images ci-dessus sont déphasées d'exactly 90° l'une par rapport à l'autre. (NASA/JPL-Caltech/SSI/Cornell)

Jupiters chauds

C'est aussi à l'observatoire Kepler que l'on doit un nouveau résultat concernant l'évolution des systèmes planétaires : la présence d'une planète de type Jupiter chaud dans un système semble exclure celle d'autres pla-

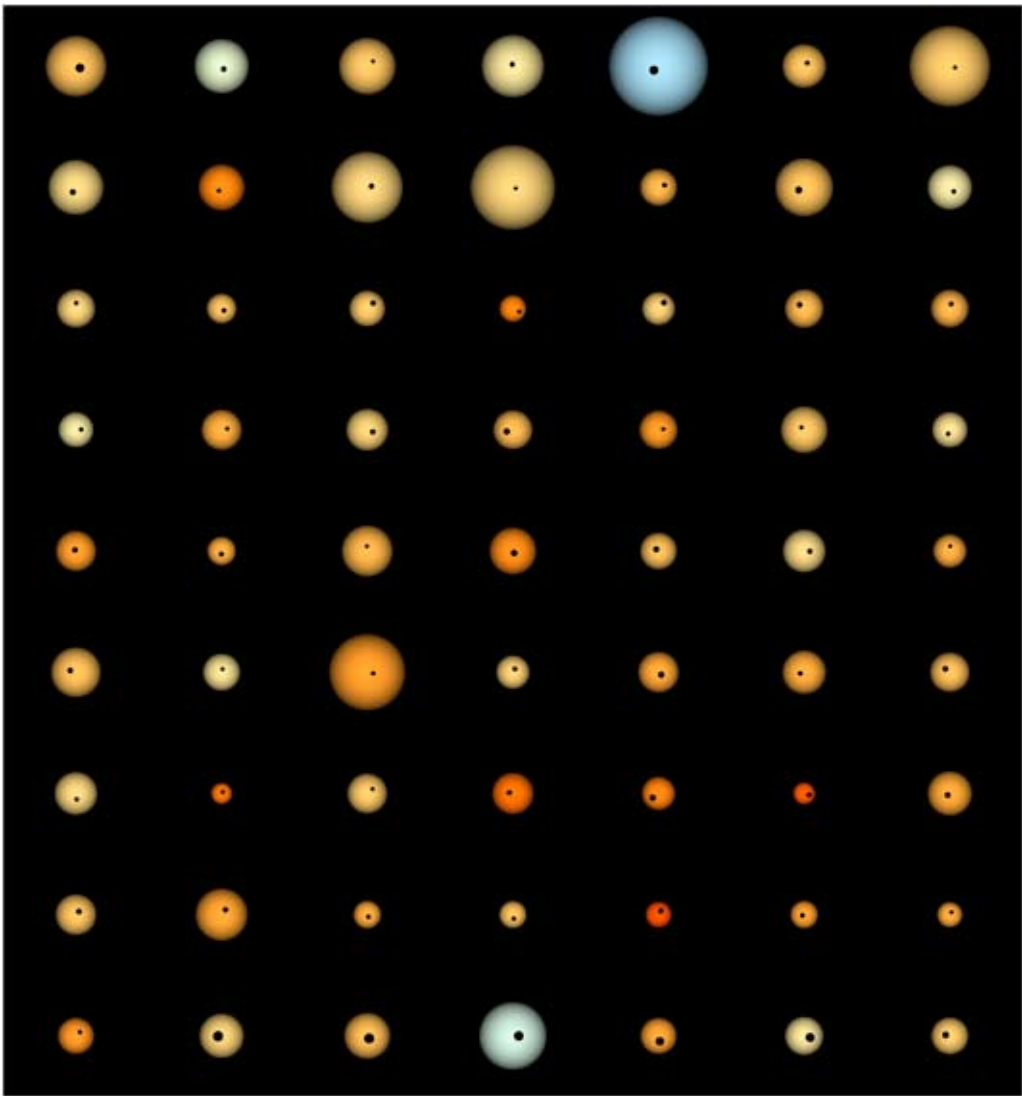


Illustration de 63 Jupiters chauds découverts par le télescope spatial Kepler et ayant une période orbitale d'environ trois jours. Ils sont représentés transitant devant leur étoile. Leurs tailles et couleurs ont été respectées. (Fermilab Center for Particle Astrophysics/J Steffen)

nètes. La recherche de transits additionnels dans les systèmes contenant un Jupiter chaud de période proche de trois jours n'a en effet révélé aucun compagnon. L'analyse des pé-

riodes des planètes géantes en vue de détecter d'éventuelles modulations n'a pas montré non plus de résultat positif. Par contre, les mêmes études réalisées pour des Jupiters tièdes – et donc d'orbites plus grandes – ou des Neptunes chauds révèlent bien des compagnons. Ces différences impliquent une formation différente ou une évolution dynamique distincte des systèmes planétaires. Il est probable que les plus grosses planètes arrivent à proximité de l'étoile en jouant des coudes et en éjectant tout bonnement leurs rivaux.