

L'astronomie dans le monde

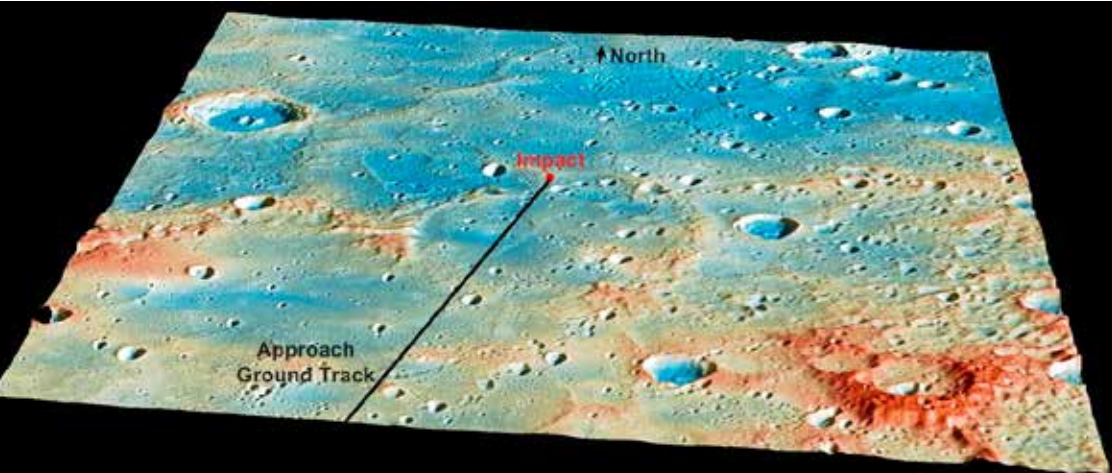
Messenger

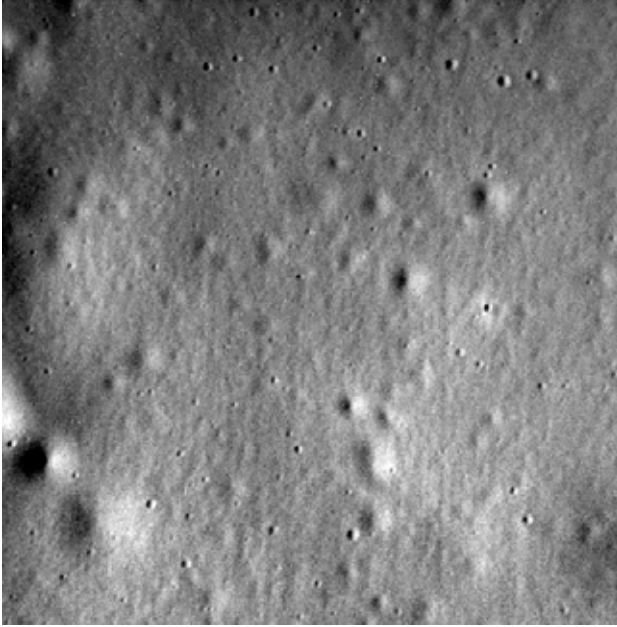
La sonde Messenger (Mercury Surface, Space Environment, Geochemistry, and Ranging) s'est fracassée sur Mercure après quatre ans d'étude en orbite (cf *Le Ciel*, juin 2015, 276). Lancée en août 2004 la sonde avait d'abord effectué trois passages rapprochés en 2008 et 2009 avant de se satelliser autour de la petite planète le 18 mars 2011. Sa mission devait durer un an mais le bon fonctionnement des appareils et un budget suffisant permirent de l'allonger considérablement. L'orbite initiale était parcourue en 12 heures entre 200 et 15 000 kilomètres d'altitude. Son périastre a été descendu à moins de 50 kilomètres l'année passée afin d'obtenir des photos et des ana-

lyses plus détaillées. Les lois de la mécanique céleste et l'assèchement des réserves de carburant ont finalement eu raison de la sonde qui a heurté un relief à la vitesse de 4 km/s créant un cratère de 16 mètres de diamètre.

La récolte de Messenger comprend près de 300 000 images et d'innombrables données recueillies par les six autres instruments. Parmi les derniers résultats obtenus grâce à la faible altitude, rappelons la preuve que le champ

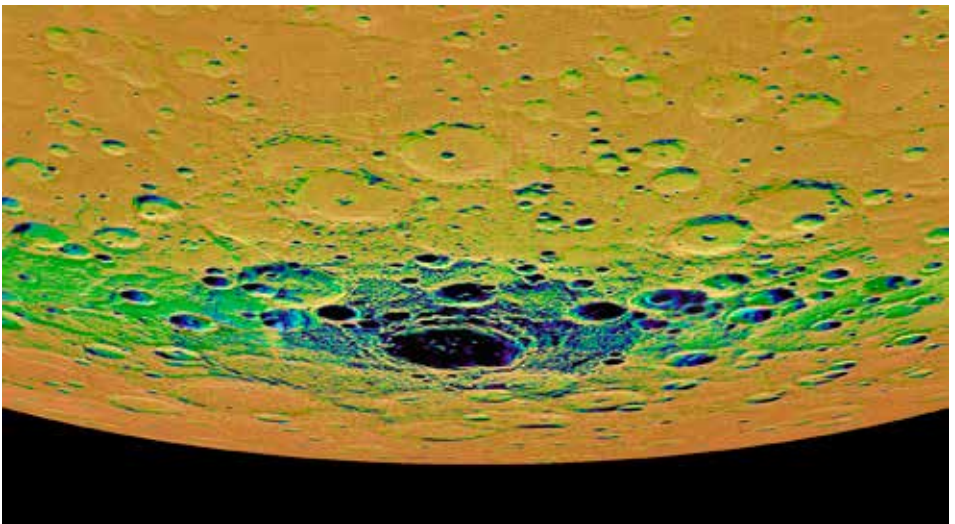
La sonde Messenger s'est écrasée sur Mercure le 30 avril à approximativement 54,4° de latitude nord et 210,1° de longitude est. (NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington)

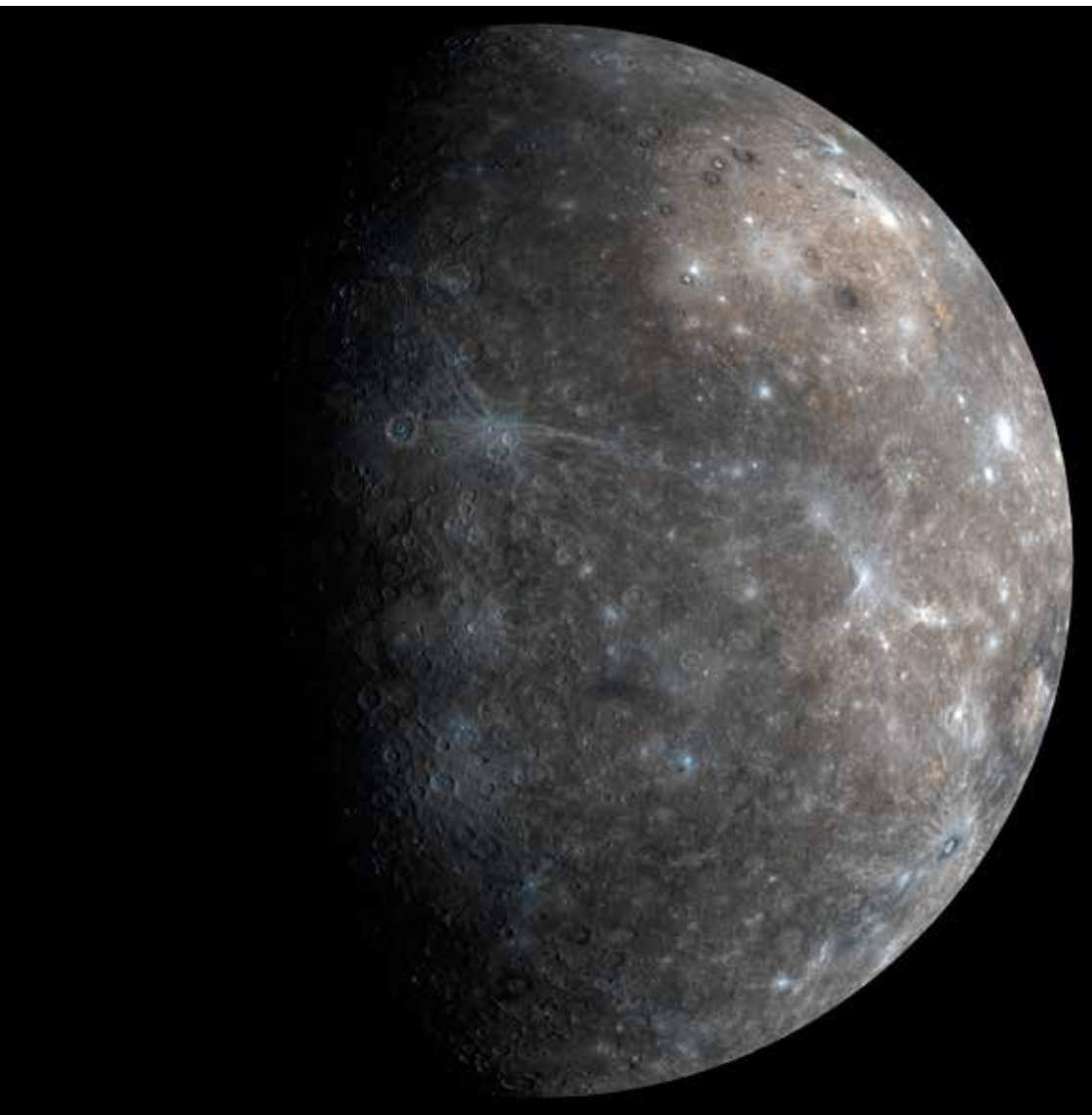




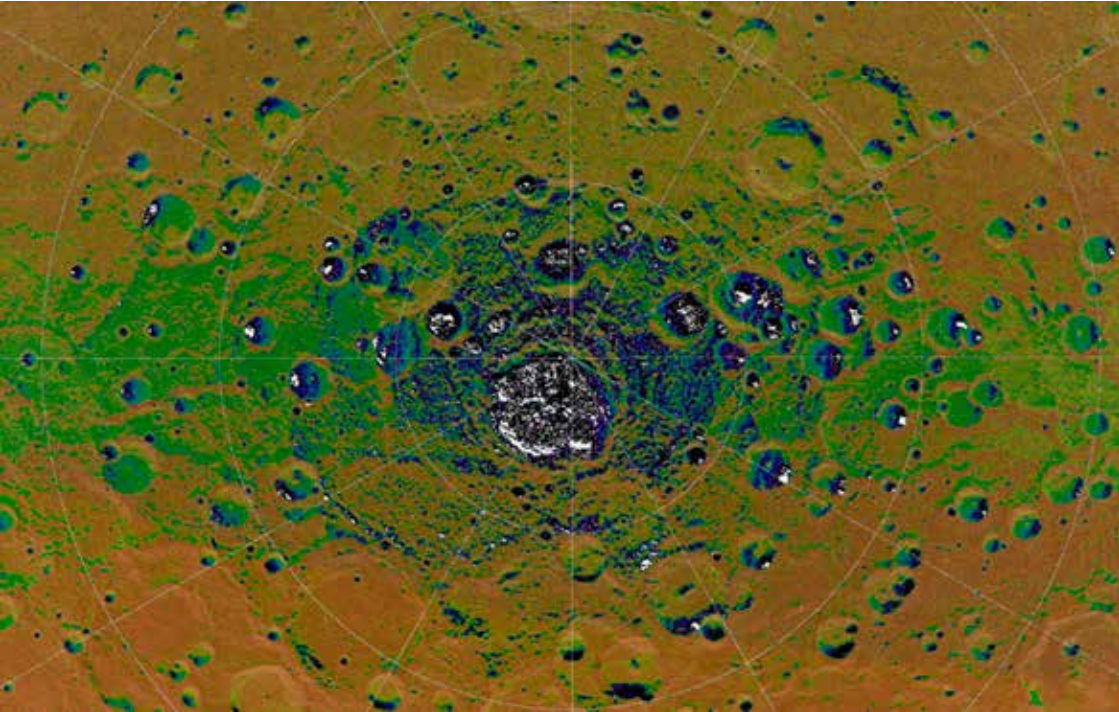
*La dernière image prise par Messenger montre une région d'un kilomètre de côté à 72° de latitude nord et 223,8° de longitude est, à l'intérieur du cratère Jokai.
(NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/ Carnegie Institution of Washington)*

*Les cratères apparaissant en noir dans cette image des régions polaires australes de Mercure sont perpétuellement dans l'ombre. Le grand cratère (Chao Meng-Fu) mesure 180 km.
(NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/ Carnegie Institution of Washington)*





*Mercure vue par Messenger en janvier 2008
lors de son premier passage près de la planète.
(NASA/Johns Hopkins University Applied
Physics Laboratory/Carnegie Institution of
Washington)*



magnétique créé par un mécanisme de dynamo a existé depuis bien plus longtemps qu'on le croyait. Le magnétomètre a décelé des roches magnétisées en surface datant de l'époque où Mercure était géologiquement active, il y a 3,7 à 3,9 milliards d'années.

La noirceur de la planète – elle est plus sombre que le Lune – a longtemps intrigué les scientifiques. Résultait-elle du même processus que sur la Lune où l'impact de micro-météorites libère du fer métallique? On pouvait le penser car la planète Mercure contient une grande quantité de fer. Son noyau de fer occupe plus de la moitié du volume. Les observations de Messenger ont montré que la croûte superficielle est pauvre en fer. Ce serait plutôt l'apport des comètes en composés carbonés qui assurerait cette noirceur.

La plus petite de nos planètes n'a certainement pas encore révélé tous ses secrets. BeppiColombo, une mission de l'ESA devrait prendre le relais de Messenger en 2024. Le lancement est prévu pour 2017.

L'image des régions polaires, redressée géométriquement, a été superposée à une image radar prise à Arecibo (Puerto Rico) et montrant les dépôts de glace en blanc.

*Messenger a montré que les cratères polaires baignés d'une ombre éternelle renferment d'immenses quantités d'eau sous forme de glace. On peut y voir le résultat du même processus qui a apporté l'eau sur la Terre.
(NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/ Carnegie Institution of Washington)*

HD219134b

Basé sur un communiqué de l'université de Genève

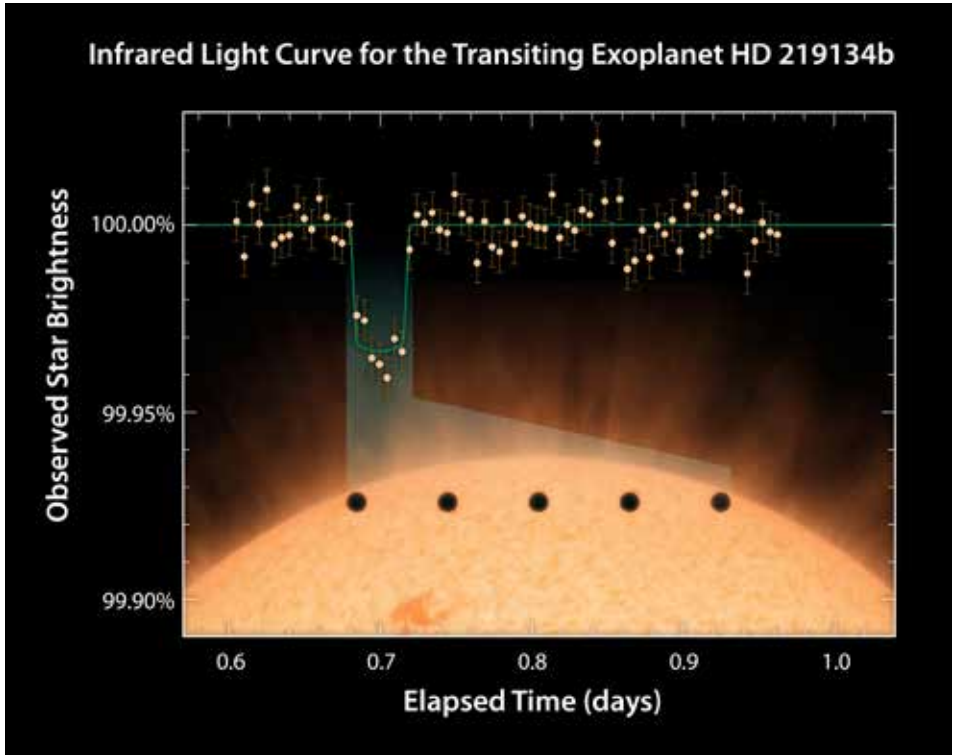
Une équipe internationale incluant l'astronome liégeois Michaël Gillon a découvert un nouveau système exoplanétaire remarquable situé à peine à 21 années-lumière. Il s'agit de l'étoile HD219134 qui abrite trois super-terres, dont une en transit, ainsi qu'une planète géante. La planète en transit est de densité terrestre, et est la plus proche connue à ce jour. Le système est si proche de nous que les astronomes rêvent déjà de pouvoir le photographier un jour. Il constitue une source d'information hors du commun sur la formation et la composition des systèmes planétaires.

Composé de trois planètes rocheuses et d'une géante gazeuse autour d'une étoile un peu plus froide que le Soleil, il se prête

naturellement à l'analogie : le système de HD219134 est en effet non seulement voisin du nôtre, mais il est également son proche cousin.

Lorsque les premières mesures indiquèrent que HD219134 abritait une planète qui tournait sur son orbite en trois jours, les astronomes ont vérifié avec le télescope spatial Spitzer si cette planète ne passait pas par hasard devant son étoile, occasionnant le phénomène dit de transit, une mini-éclipse. La fortune a souri aux scientifiques, puisque HD219134b passe effectivement devant son étoile.

*Courbe de lumière du transit de HD 219134b.
(NASA/Spitzer/JPL)*



C'est la planète en transit la plus proche de nous jamais observée et, statistiquement, l'une des plus proches qui puisse exister. Le phénomène du transit est une aubaine pour les chercheurs puisqu'il permet d'estimer le rayon de la planète. Une fois le rayon connu et la masse obtenue par spectroscopie, la densité moyenne de l'objet a pu être calculée ; cette dernière représente une contrainte importante sur sa composition chimique. Il résulte de toutes ces mesures que HD219134b est 4,5 fois plus massive que la Terre, avec un diamètre 1,6 fois plus grand. C'est ce que les astronomes reconnaissent comme une super-terre, avec une densité proche de celle de notre Terre.

Les astronomes ont également détecté deux autres super-terres autour de HD219134, une de 2,7 masses terrestres orbitant en 6,7 jours et une troisième de 8,7 masses terrestres orbitant en 46,8 jours. Si, par chance, ces deux planètes devaient se trouver dans un même plan que la première, leurs transits pourraient alors également se produire. Les astronomes ont donc déjà prévu de ré-observer ce système au plus tôt, dans l'espoir de capturer ces transits potentiels.

Une planète géante de type « petite Saturne » située à deux unités astronomiques de l'étoile et tournant en un peu plus de trois ans complète la ressemblance avec le Système solaire. Ce système quasi solaire passionne en tous cas déjà la communauté des astronomes, parce que, non seulement, il pourrait rappeler le nôtre, mais parce qu'il est très proche de nous et que son étoile centrale est très brillante (5^e magnitude). On peut la voir à l'œil nu à côté du grand « W » que la constellation de Cassiopée trace dans le ciel.

Tant la proximité de l'étoile que son éclat font du cortège de planètes autour de HD219134 le meilleur candidat actuel pour une caractérisation plus approfondie des propriétés physiques des planètes qu'il abrite. Les chercheurs parlent déjà d'étudier leurs atmosphères par spectroscopie de transmission : lors d'un transit, la lumière de l'étoile traverse l'atmosphère de la planète et emporte ainsi vers l'observateur la signature de la composition chimique de cette atmosphère. Ils espèrent même pouvoir bientôt prendre des images de la planète géante externe, qui est accessible à la nouvelle génération de télescopes géants au sol développés pour le début de la prochaine décennie.

HD219134, de magnitude 5,5 se situe dans Cassiopée à la frontière de Céphée et du Lézard. (NASA/Spitzer/JPL)



GJ 436b

Basé sur un communiqué CNRS

Les astronomes ont détecté de l'hydrogène s'échappant d'une exoplanète (GJ 436b) de masse équivalente à celle de Neptune. Ce gigantesque nuage s'étire comme une queue cométaire autour de la planète.

Cette détection a été faite grâce au télescope Hubble dans le domaine ultraviolet à l'occasion du transit de la planète devant son étoile.

Lorsque la lumière émise par l'étoile traverse l'atmosphère de la planète, certaines longueurs d'onde bien particulières sont absorbées ce qui donne une signature qui caractérise l'atmosphère en question. La gamme de longueur d'onde de l'ultraviolet s'avère plus intéressante que celle du domaine visible. C'est notamment le cas pour la détection de l'hydrogène, le composant le plus fréquent de l'Univers.

La signature du gaz détectée dans le spectre obtenu au moment du transit a été beaucoup plus nette que prévu. Le nuage d'hydrogène recouvre environ 56% de la sur-

face de l'étoile, ce qui est colossal en regard des 0,69% couverts par la planète elle-même. Les chercheurs pensent que le nuage est composé principalement d'atomes d'hydrogène et suggèrent que l'exoplanète pourrait avoir perdu 10 % de son atmosphère depuis le début de sa vie.

Ces résultats contribuent à améliorer notre compréhension de l'évolution des planètes de faible masse qui orbitent très près de leur étoile. Quelle est la fraction de planètes de type Neptune trop proches de leur étoile qui vont perdre leur atmosphère et devenir des planètes rocheuses ? Ce ne sera pas le devenir de GJ 436b, mais cela indique une évolution possible pour une planète subissant une insolation un peu plus importante.

*Vue d'artiste du nuage d'hydrogène géant entourant l'exoplanète de type Neptune-chaud GJ 436b.
(NASA/ESA)*

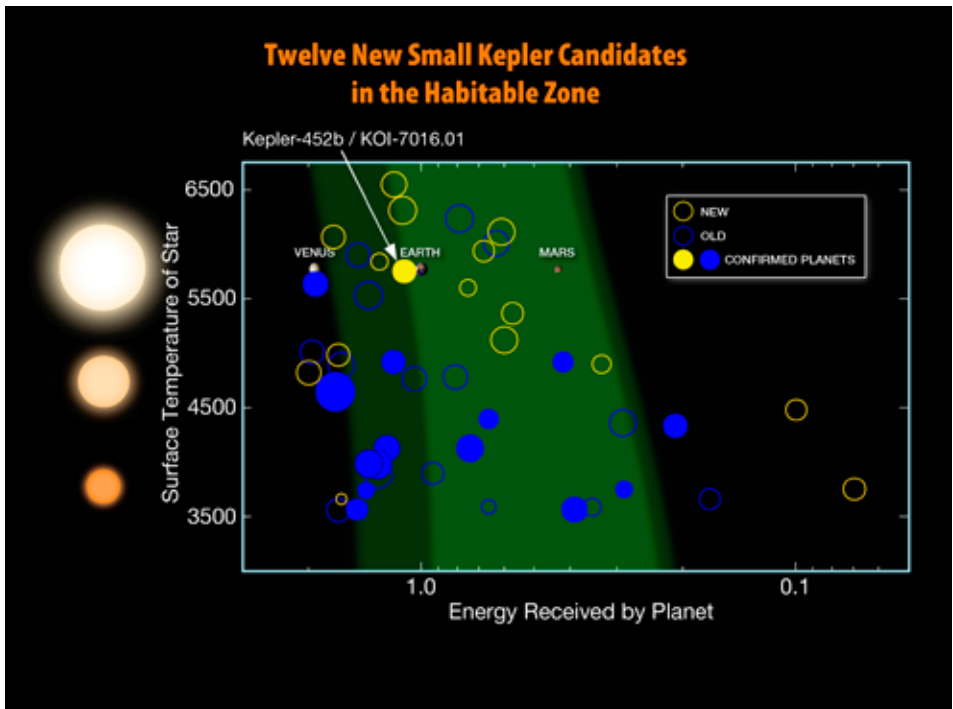


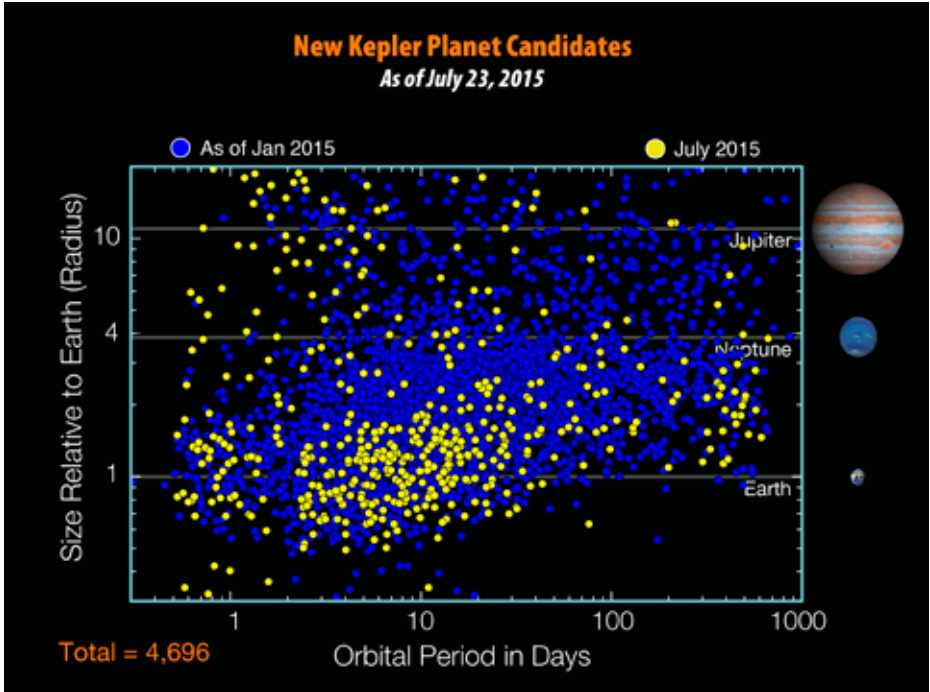
Kepler-452b

La moisson du télescope spatial Kepler se poursuit avec la confirmation de Kepler-452b comme première planète de taille comparable à la Terre dans la zone habitable d'une étoile de type solaire. Elle est située à une distance de 1 400 années-lumière dans la constellation du Cygne.

À ce jour, 1 030 planètes Kepler ont été confirmées et le nombre de candidates trouvées s'élève actuellement à 4 696, ce qui laisse espérer des milliers de confirmations dans un avenir relativement proche. Dans la foulée, Kepler ajoute 12 nouvelles candidates de petite taille (moins de deux fois les dimensions de la Terre) dans des zones habitables. Neuf de ces planètes tournent autour d'étoiles similaires au Soleil. Ces découvertes marquent une nouvelle étape dans la recherche d'une sœur de notre planète.

Sur ce diagramme des super-terres Kepler potentiellement habitables ont été ajoutées les 12 nouvelles candidates. La zone vert sombre donne une idée optimiste de l'extension de la zone habitable, tandis que la zone vert clair en donne une version plus sage. L'axe vertical porte la température de l'étoile hôte et l'axe horizontal la densité d'énergie reçue par la planète. Les cercles jaunes sont les nouvelles candidates, et les cercles bleus les anciennes. Les disques pleins indiquent les confirmations. Les dernières candidates tendent à se trouver autour d'étoiles semblables au Soleil, ce qui résulte des progrès faits dans le dépouillement des données. (NASA Ames/W. Stenzel)

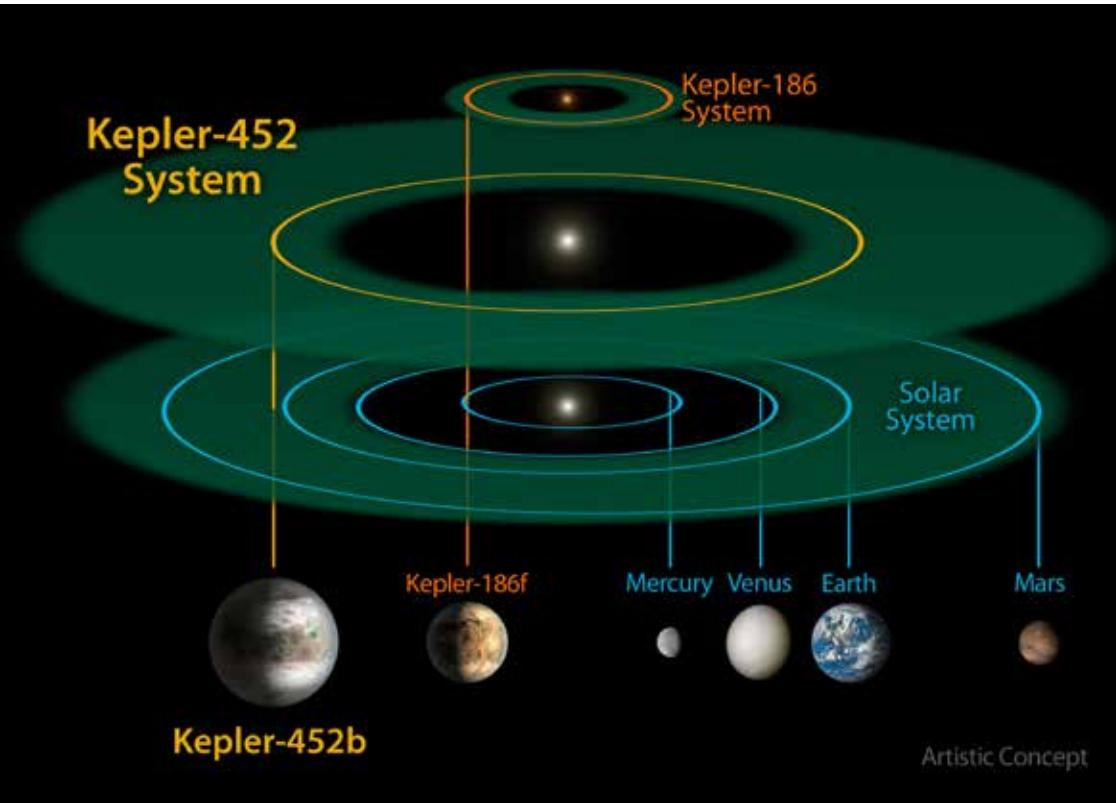




Il y a maintenant 4 696 planètes potentielles détectées par Kepler, ce qui représente un accroissement de 521 depuis janvier 2015. Ces dernières sont indiquées en jaune et plusieurs d'entre elles sont petites et ont de longues orbites ce qui suggère qu'elles sont rocheuses et pourraient avoir de l'eau liquide à leur surface. (NASA Ames/W. Stenzel)

Vision d'artiste de la planète Kepler-452b (à droite) comparée à la Terre. Les deux planètes tournent autour d'étoiles du même type (G2) mais, malgré les similitudes, on ne sait pas si Kepler-452b abrite des océans et une atmosphère. (NASA/Ames/JPL-Caltech/T. Pyle)





Artistic Concept

Le diamètre de Kepler-452b dépasse celui de notre planète de 60 %, ce qui est considérable, mais suffit à lui donner la qualification de super-terre. Les astronomes ont en effet toutes les raisons de penser qu'il s'agit d'une planète rocheuse. Son orbite est à peine plus grande (5 %) que celle de la Terre. L'étoile est âgée de 6 milliards d'années, soit un milliard et demi de plus que le Soleil. Sa température est la même mais son éclat dépasse de 20 % celui du Soleil. Les conditions sur Kepler-452b sont donc potentiellement assez comparables à celles que nous trouvons chez nous et la vie aurait eu beaucoup plus de temps pour s'y développer pour peu que les ingrédients ah hoc s'y fussent trouvés.

Comparaison des tailles du système de Kepler-452 avec celui de Kepler-186 et le Système solaire. Kepler-186 est un Système solaire miniature qui tiendrait entièrement dans l'orbite de Mercure. La zone habitable (en vert) est très réduite car l'étoile est petite et froide. Par contre la zone habitable de Kepler-452 est comparable à celle du Soleil – un peu plus étendue car l'étoile est un peu plus grande et plus brillante. Le rayon de l'orbite de Kepler-452b est de 1,05 unité astronomique, très proche de celui de l'orbite terrestre.

(NASA Ames/JPL-CalTech/R. Hurt)

Un jumeau de Jupiter

Basé sur un communiqué ESO

Les techniques actuelles permettent de détecter de grosses planètes massives situées à proximité de leur étoile hôte. La détection de petites planètes de faible masse demeure aujourd'hui encore au-delà de nos capacités. Les planètes géantes qui orbitent loin de leur étoile hôte sont également les plus difficiles à déceler. En conséquence, la plupart des exoplanètes découvertes à ce jour sont grosses, massives, et proches de leur étoile. Or, de petites planètes rocheuses peuplent le cœur du Système solaire, tandis que les géantes gazeuses telles Jupiter se trouvent reléguées dans les régions extérieures.

Les théories les plus récentes stipulent que l'ordonnement des planètes de notre système, si propice à l'apparition et au développement de la vie, résulte de la présence de Jupiter et des effets gravitationnels de cette géante gazeuse au cours des âges. Ainsi le fait de détecter un jumeau de Jupiter constituerait un pas important vers la découverte d'un système planétaire similaire au nôtre.

Des astronomes ont ciblé leur recherche sur les étoiles de type solaire dans le but de détecter des systèmes planétaires semblables au nôtre et ils viennent de découvrir une planète dotée d'une masse voisine de celle de Jupiter, en orbite autour d'une étoile de type Soleil, HIP 11915, et située à une distance presque identique à celle qui sépare Jupiter de notre Soleil. Cette découverte a été faite

au moyen de HARPS, l'un des instruments chasseurs de planètes les plus précis au monde, qui équipe le télescope de 3,6 mètres de l'ESO à l'observatoire de La Silla au Chili.

De nombreuses planètes semblables à Jupiter ont été détectées à des distances variées d'étoiles de type Soleil. Toutefois, les caractéristiques de ce nouveau système en font actuellement l'analogue le plus exact du couple Soleil-Jupiter.

L'étoile autour de laquelle orbite la planète, le jumeau solaire HIP 11915, est caractérisée par une masse, un âge et une composition chimique quasiment identiques à ceux du Soleil. Il est possible que la signature chimique du Soleil résulte en partie de la présence de planètes rocheuses dans le Système solaire, ce qui permet d'envisager la possibilité de l'existence de planètes rocheuses autour de HIP 11915.

Ce formidable résultat augure de la future découverte d'autres systèmes solaires.

Des observations plus poussées sont requises pour confirmer et contraindre cette découverte. Il n'en reste pas moins que HIP 11915 constitue, à l'heure actuelle, l'étoile la plus susceptible d'abriter un système planétaire comparable au nôtre.

Vue d'artiste du système HIP 11915. (ESO/M. Kornmesser)



Comète 67P

Le 13 juin, l'atterrisseur Philae de la sonde Rosetta a fini par donner de ses nouvelles. On n'avait rien reçu de lui depuis le 15 novembre dernier, après son arrivée mouvementée sur le noyau de la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko. Malheureusement, les nouvelles ne sont pas très positives. L'engin est posé sur le côté et sa mauvaise orientation empêche une communication efficace. On espère toujours que les variations d'ensoleillement finiront par être bénéfiques, mais la comète aura passé le périhélie le 13 août et s'éloignera à nouveau du Soleil.

Parmi les résultats obtenus jusqu'à présent, on notera que la surface du noyau de la comète 67P est bien plus dure que prévu. C'est ce que démontrent le rebond de Philae lors de son atterrissage et les essais de forage. Ces derniers n'ont pu aboutir même en réglant l'équipement au maximum de ses capacités. Au lieu d'être faite de « neige » poussiéreuse témoignant des origines du Système solaire, il apparaît que la croûte superficielle a connu d'im-

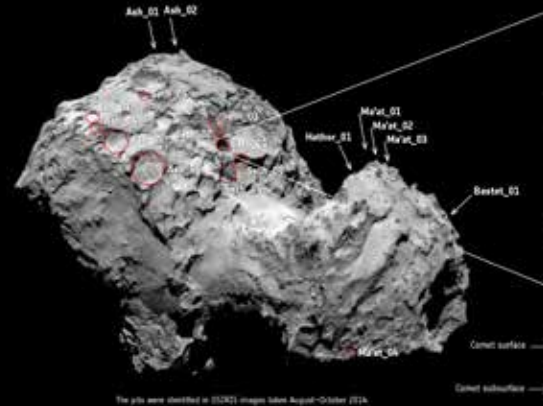
18 puits ont été identifiés à la surface de la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko. Il sont nommés d'après la région où ils se trouvent.

Le gros plan montre l'un des puits actifs, Seth_01, de 220 mètres de diamètre, avec des jets émanant des parois intérieures. À droite, on peut voir la structure fine des jets s'échappant du noyau.

Les puits ne sont à l'origine que d'une petite fraction de l'activité de la comète. Les images du bas schématisent la formation des puits : la chaleur volatilise les glaces souterraines ce qui crée une cavité ; le toit de la cavité s'affaiblit et finit par s'effondrer ; une fois exposés les matériaux des parois se volatilisent aisément et le puits s'agrandit.

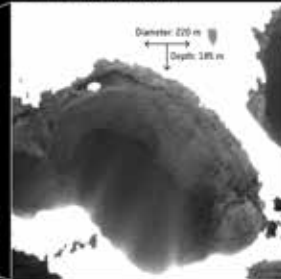
(ESA/Rosetta/MPS/OSIRIS Team ; MPS/UPD/LAM/IAA/SSO/INTA/UPM/DASP/IDA ; J-B Vincent et al, 2015)

→ ACTIVE PITS ON COMET 67P/CHURYUMOV-GERASIMENKO



The pits were identified in OSIRIS images taken August-October 2014.

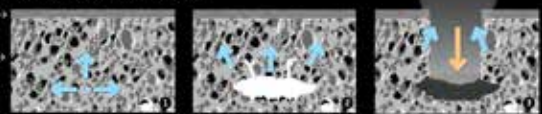
• Close-up of Seth_01 shows jets emanating from the pit walls



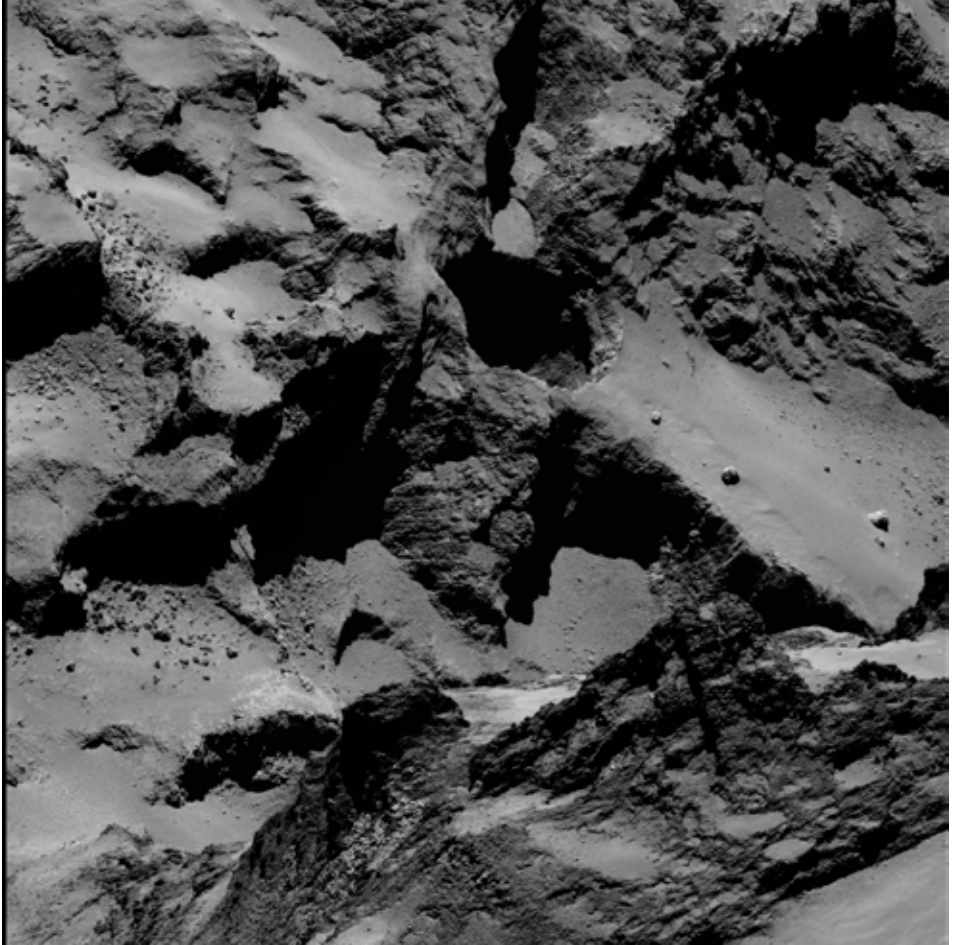
• Active pits contribute to the comet's overall activity seen from afar.



• Pit formation via sinkhole collapse



1. Heat causes subsurface ices to sublimate (blue arrows), forming a cavity. 2. When the ceiling becomes too weak to support its own weight, it collapses, creating a deep, circular pit (1, orange arrow). Newly exposed material in the pit walls sublimates, accounting for the observed activity (2, blue arrows).



portantes modifications en quatre milliards d'années. Il reste à savoir quand ces changements se sont opérés, lors de la formation de la comète, tout au long de son histoire, ou depuis que son orbite la fait côtoyer le Soleil ?

Les mesures effectuées par la sonde Philae à son atterrissage sur le noyau de la comète 67P montrent la présence d'au moins 16 molécules organiques (alcools, carbonyles, amines, nitriles, amides et isocyanates). Quatre d'entre elles sont détectées pour la première fois dans une comète (l'isocyanate de méthyle, l'acétone, le propionaldéhyde et l'acétamide).

Photo à haute résolution du puits Seth_01 (au centre) et de ses voisins 02 et 03. (ESA/Rosetta/MPS for OSIRIS Team MPS/UPD/LAM/LAA/SSO/INTA/UPM/DASP/IDA)

Même si des molécules plus complexes n'ont encore pu être détectées, la présence de ces précurseurs prouve que les conditions dans le Système solaire primitif étaient favorables à la formation de composés prébiotiques.

Les observations de Rosetta ont permis d'identifier 18 puits circulaires dans la partie nord du noyau. Certains de ces puits montrent

une activité soutenue. Leur diamètre est de quelques dizaines à quelques centaines de mètres et leur profondeur peut atteindre plus de deux cents mètres. Leur fond est couvert de poussière. Les jets de gaz proviennent de fractures dans les parois des puits. Il est probable que ces formations résultent de l'effondrement du plafond de cavités. Une fois exposés, les éléments volatils s'échappent plus librement et les gouffres s'agrandissent.

Rosetta a observé des réactions chimiques se passant tout près du noyau cométaire alors que seuls les résultats des réactions subséquentes, à plus grande distance, sont accessibles depuis la Terre. La sonde a ainsi permis de montrer que les électrons produits par réaction de l'eau cométaire avec le rayonnement solaire dissocient d'autres molécules d'eau ainsi que des molécules de dioxyde de carbone à proximité du noyau de la comète 67P.

Gaia

Le télescope spatial Gaia, successeur d'Hipparcos, balaie le ciel afin de mesurer la position et la vitesse d'un milliard d'étoiles avec une précision inégalée. Une information annexe envoyée par le satellite est la densité d'étoiles sur le ciel. Celle-ci a servi à dessiner une vue d'ensemble très originale de la sphère céleste. Cette technique particulière d'imagerie ne distingue pas les étoiles brillantes. On ne voit donc pas les luminaires du ciel nocturne. Elle ne montre pas non plus les nébuleuses et galaxies non résolues, comme celle d'Andromède.

C'est bien sûr la Voie lactée, la trace de notre galaxie, qui apparaît le mieux, avec les traînées noires des nuages de poussière. À ses côtés, les deux Nuages de Magellan. On distingue aussi quelques amas globulaires, dont le célèbre amas du Toucan (NGC 104 = 47 Tuc) tout près du Petit Nuage de Magellan.

*Le ciel vu par Gaia. Cette image n'est pas due à la puissante caméra du satellite mais au système de contrôle.
(ESA/Gaia-CC BY-SA 3.0 IGO)*

