L'astronomie dans le monde

Les comètes de bêta Pictoris

Basé sur un communiqué ESO

Bêta Pictoris (β Pic) est une étoile jeune située à environ 63 années-lumière. Elle est âgée d'une vingtaine de millions d'années seulement et entourée d'un vaste disque de matière. Il s'agit d'un système planétaire jeune et très actif, dont le gaz et la poussière proviennent probablement de l'évaporation de comètes et de collisions entre astéroïdes. De fait, depuis près de 30 ans, les astronomes ont observé de subtiles variations dans l'éclat de β Pic, qu'ils ont attribuées au passage de comètes devant l'étoile. β Pic constitue ainsi une cible de choix pour étudier ces objets.

Cette vue d'artiste montre des exocomètes en orbite autour de l'étoile β Pic. L'analyse des observations de quelque 500 comètes distinctes effectuées au moyen de l'instrument HARPS de l'ESO a permis de classer ces objets en deux familles : les comètes âgées ayant effectué de multiples passages à proximité de l'étoile, et celles faisant l'objet de cette illustration, des comètes jeunes situées sur une même orbite, et provenant probablement de la fragmentation d'un ou plusieurs corps plus importants. (ESO/L. Calçada)

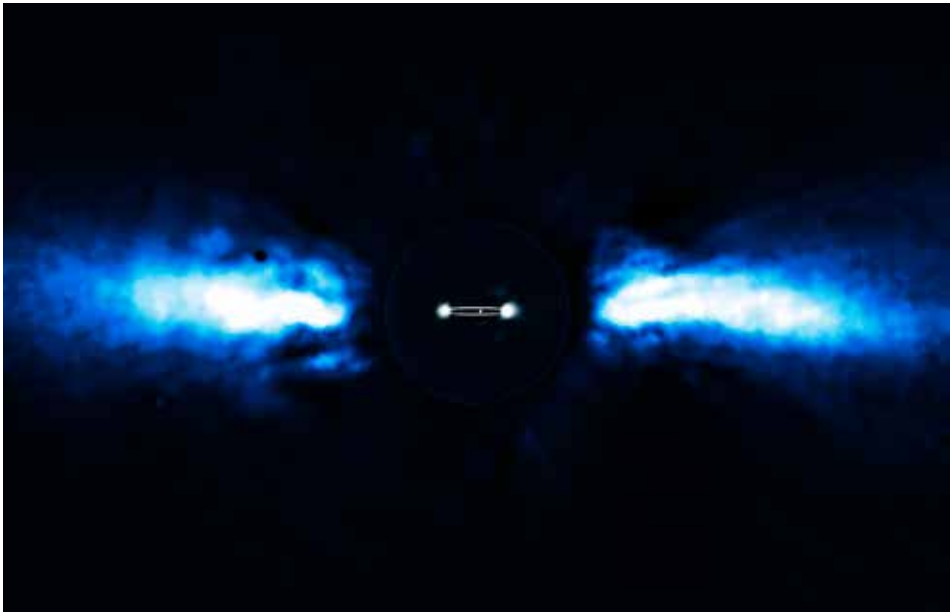
Le gaz émis par les comètes absorbe en partie la lumière qui le traverse. On peut donc en voir la signature dans le spectre de l'étoile lorsqu'une comète suffisamment grosse passe devant elle.

Pour mener à bien l'étude des exocomètes de β Pic, les astronomes ont analysé plus de 1 000 observations effectuées entre 2003 et 2011 au moyen de l'instrument HARPS qui équipe le télescope de 3,6 mètres de l'ESO installé à l'observatoire de La Silla au Chili. Ils ont sélectionné un échantillon de 493 exocomètes distinctes. Certaines d'entre elles ont été observées à plusieurs reprises et durant quelques heures. Une analyse minutieuse a permis de déterminer la vitesse ainsi que la taille des nuages de gaz. Certaines des propriétés orbitales de chacune des exocomètes, telles la forme et l'orientation de l'orbite ainsi que la distance à l'étoile, ont également pu être déduites.

Une telle analyse portant sur plusieurs centaines d'exocomètes appartenant à un même système exo-planétaire est unique. Elle a révélé l'existence de deux familles distinctes d'exocomètes :

- d'une part, les exocomètes âgées dont les orbites sont contrôlées par l'attraction gravitationnelle d'une planète massive ;
- d'autre part, des exocomètes probablement issues du fractionnement récent d'un ou plusieurs objets.

L'environnement de bêta Pictoris vu dans l'infrarouge proche. L'étoile elle-même, beaucoup trop brillante, a été éliminée par soustraction. La partie extérieure de l'image a été obtenue en 1996 au télescope de 3 m 60 de La Silla. Elle montre le disque circumstellaire de poussières. La partie centrale est due au VLT et est la superposition de deux clichés pris en 2003 et 2009 montrant le déplacement d'un objet ponctuel, aligné sur le disque, à une distance de 8 unités astronomiques (distance Terre-Soleil), et mille fois plus faible que l'étoile. On pense qu'il s'agit d'une planète, très jeune et très chaude (1200 °C) malgré sa distance à l'étoile. (ESO/A.-M. Lagrange et al)



Cela n'est pas surprenant puisque différentes familles de comètes peuplent également le Système solaire.

Les exocomètes de la première famille sont caractérisées par une grande diversité d'orbites ainsi que de faibles émissions de gaz et de poussière. Cela suggère que ces comètes ont épuisé leurs réserves de glaces au fil de leurs multiples passages à proximité de β Pic.

L'excentricité ainsi que l'orientation des orbites correspond bien à ce que l'on attendrait de comètes se trouvant en résonance orbitale avec une planète massive. Les propriétés qu'arborent les comètes appartenant à la première famille laissent entrevoir l'existence d'une telle planète à quelque 700 millions de kilomètres de l'étoile – non loin de l'emplacement où fut découverte la planète β Pic b par imagerie à haute résolution.

Les exocomètes de la seconde famille sont bien plus actives et semblent décrire à peu près une même orbite. Cela suggère leur origine commune : probablement le fractionnement d'un objet de dimensions plus vastes dont les fragments orbitent à présent à proximité de l'étoile β Pic. En cela, elles ressemblent aux comètes du Système solaire classées au sein de la famille Kreutz, ou aux fragments de la comète Shoemaker-Levy 9 qui s'écrasa sur Jupiter en juillet 1994.

GG Tau-A

Basé sur un communiqué ESO

La binaire GG Tau-A est entourée d'un vaste disque de gaz et de poussière alors que l'étoile principale possède déjà elle-même son petit disque. Les observations réalisées avec le réseau ALMA suggèrent un transfert de matière entre les deux disques, ce qui pourrait expliquer la survivance du petit. C'est dans celui-ci que résident les matériaux susceptibles de donner naissance à des planètes.

Le disque intérieur est doté d'une masse de l'ordre de celle de Jupiter. Son existence a longtemps intrigué les astronomes : son contenu se trouve aspiré par l'étoile centrale à un rythme élevé. En toute logique, ce disque

Cette vue d'artiste montre le gaz et la poussière qui entourent le système d'étoiles doubles GG Tauri-A. (ESO/L. Calçada)

aurait donc dû disparaître depuis bien longtemps.

Alors qu'ils observaient ces structures au moyen d'ALMA, les astronomes ont découvert la présence de nuages de gaz et de poussière dans la région située entre les deux disques-une espèce de cordon ombilical.

L'existence d'un tel pont de matière a été prévue par les simulations numériques. Toutefois, elle n'avait encore jamais fait l'objet d'observations. Celles-ci montrent que la matière issue du disque extérieur est capable d'alimenter longtemps le disque intérieur. Cela a des implications majeures sur la formation potentielle de planètes.

Les planètes sont issues de la matière inutilisée durant la formation de leurs étoiles hôtes. La formation des planètes est un processus lent, qui requiert la persistance d'un disque. Dans l'éventualité où un tel cordon ombilical existerait au sein d'autres systèmes d'étoiles multiples, cette découverte conduirait à envisager l'existence d'autres localisations possibles d'exoplanètes.

Les premières recherches d'exoplanètes se focalisaient sur des étoiles hôtes isolées semblables au Soleil. Plus récemment, les astronomes ont découvert qu'une majorité de planètes géantes sont en orbite autour d'étoiles doubles. Ils portent un intérêt grandissant aux étoiles multiples, dont chaque membre est susceptible de constituer l'hôte d'une ou de plusieurs planètes. La nouvelle découverte plaide en faveur de cette hypothèse, offrant aux chasseurs d'exoplanètes de nouveaux terrains de jeu.

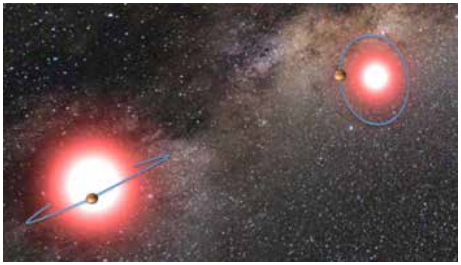
Jupiters chauds dans un système binaire

Basé sur un communiqué ULg

Des astronomes européens, dont une équipe liégeoise, ont découvert deux nouvelles exoplanètes de la taille de Jupiter, chacune en orbite très serrée autour d'une des deux étoiles d'un système binaire, WASP-94. Les systèmes planétaires WASP sont nommés séquentiellement, WASP-94 étant ainsi le 94e système découvert. WASP-94A désigne l'étoile la plus brillante du couple, et WASP-94B, la plus faible. Ces astres, qui se trouvent à environ 600 années-lumière dans la constellation du Microscope, ont été observés pour la première fois en 1834 par l'astronome britannique Sir John Herschel (fils du découvreur d'Uranus).

La majorité des exoplanètes connues tournent autour d'étoiles isolées, comme le Soleil. Pourtant, 40 à 50% des étoiles de notre Galaxie font partie de systèmes multiples, la plupart binaires, formés à partir d'un même nuage de gaz. Maintenant, pour la première fois, deux étoiles d'un système binaire sont connues pour abriter chacune une exoplanète de type Jupiter chaud.

Le projet britannique WASP-South a découvert de minuscules signaux dans la lumière de WASP-94A suggérant qu'une planète de la taille de Jupiter passait périodiquement devant l'étoile (transit planétaire); les astronomes suisses ont confirmé l'existence de cette planète, puis ont découvert sa jumelle autour de l'autre étoile WASP-94B ; les astronomes belges de l'université de Liège ont alors utilisé leur télescope robotique TRAPPIST, situé au Chili, pour mesurer avec précision la taille de la première planète, et pour montrer que la deuxième planète ne passait pas devant son étoile.

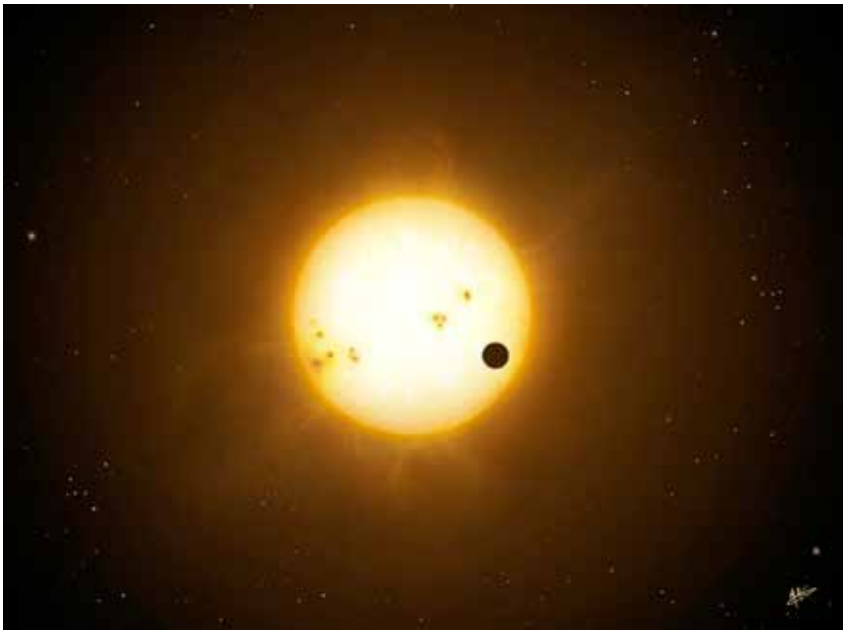


Représentation artistique d'un couple stellaire, chaque étoile ayant une planète géante en orbite serrée. L'une des deux planètes passe devant son étoile, et l'autre pas.
(© Cheongho Han, Chungbuk National University, Republic of Korea)

Les Jupiters chauds sont beaucoup plus proches de leur étoile que notre propre Jupiter, avec une « année » qui ne dure que quelques jours. L'existence de planètes aussi massives si près de leur étoile est une énigme car, à priori, elles ne pourraient pas s'y former vu les températures extrêmes qui y règnent. Elles doivent donc se former beaucoup plus loin, là où il fait assez froid dans le disque proto-planétaire entourant la jeune étoile pour que des glaces puissent subsister et former par agglomération les noyaux de nouvelles planètes. Quelque chose doit alors déplacer les planètes dans une orbite proche, et un mécanisme probable est une interaction avec d'autres planètes ou une étoile. Les Jupiters chauds sont très rares, de sorte qu'il serait peu probable de découvrir deux d'entre elles dans le même système stellaire par pur hasard. Il est possible que le système WASP-94 présente les conditions optimales pour la production de telles planètes et nous permette de mieux comprendre ce processus mystérieux.

WASP est le programme de recherche de Jupiters chauds en transit le plus fructueux au monde. Depuis l'Afrique du Sud, le télescope WASP-Sud scrute à chaque nuit claire des dizaines de milliers d'étoiles dans l'espoir de détecter pour certaines d'entre elles le transit d'une planète. L'équipe belge de l'université de Liège sélectionne alors les meilleurs candidats de WASP afin d'obtenir pour eux des données de plus haute qualité permettant de confirmer ou d'infirmer les signaux de transit, et de mesurer la taille des objets en transit. Enfin, les astronomes de l'observatoire de Genève mesurent la masse de ces objets en détectant l'attraction gravitationnelle qu'ils exercent sur leurs étoiles hôtes. En combinant la masse et la taille des objets, les astronomes peuvent confirmer leur nature planétaire et estimer leur nature (gazeuse, rocheuse, glacée, etc.).

Cette collaboration européenne a maintenant permis de découvrir plus de 100 planètes de type Jupiter chaud. Beaucoup de ces planètes orbitent autour d'étoiles relativement brillantes, ce qui facilite leur étude détaillée et suscite l'intérêt de nombreuses équipes de recherche de par le monde.



Vue d'artiste d'une planète WASP en transit devant son étoile. (@ Mark Garlick)

La lumière zodiacale vue de l'observatoire de La Silla en septembre 2009, après le coucher de soleil.
(ESO/Y. Beletsky)

Lumière exozodiacale

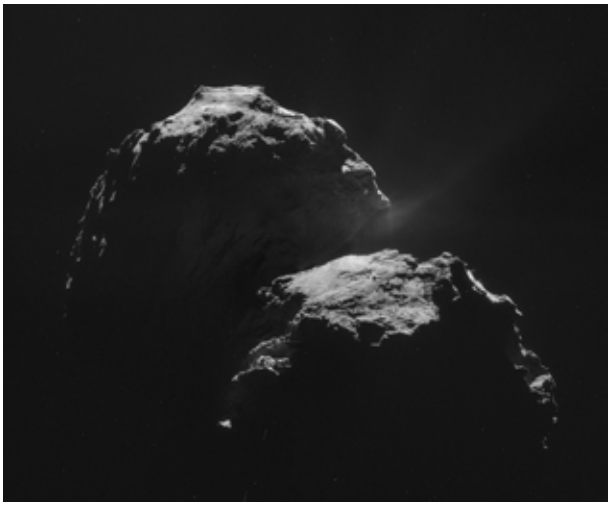
Dans un ciel bien noir, en début ou en fin de nuit, on peut voir un fuseau lumineux s'élevant de l'horizon le long du zodiaque. C'est la lumière zodiacale, due à la réflexion des rayons du Soleil sur les poussières accumulées principalement au voisinage du plan de l'écliptique et résultant majoritairement de l'érosion des comètes capturées par Jupiter. Cette lueur extrêmement faible indique combien est ténu le milieu qui la provoque.

L'interféromètre VLTI de l'ESO a permis de détecter une lumière de ce type autour de 9 étoiles dans un échantillon de 92 étoiles proches. Inévitablement, le phénomène a reçu le nom de lumière exo-zodiacale.

Pour être détectée, malgré la puissance des moyens utilisés, il faut que cette lumière soit mille fois plus forte que celle entourant le Soleil. À priori, on peut penser que cela demande des systèmes jeunes, où les collisions sont plus fréquentes et où flottent plus de débris, plus de comètes ainsi que des planétésimales, mais les astronomes, parmi lesquels figure une équipe liégeoise, ont constaté que la plupart de ces exo-lumières entourent des étoiles vieilles. Dans l'échantillon de 92 étoiles

figurent aussi 14 étoiles possédant des planètes et on constate que planètes et poussières exozodiacales évoluent dans les mêmes zones, une cohabitation qui pourrait gêner de futures observations directes d'exoplanètes.

Les observations ont été faites en combinant le faisceau des quatre télescopes AT de 1 m 80 (de construction liégeoise) de Paranal afin d'obtenir une résolution spatiale et un contraste suffisants. Outre les poussières zodiacales elles ont aussi permis de découvrir des compagnons stellaires autour de quelques-unes des étoiles les plus massives.



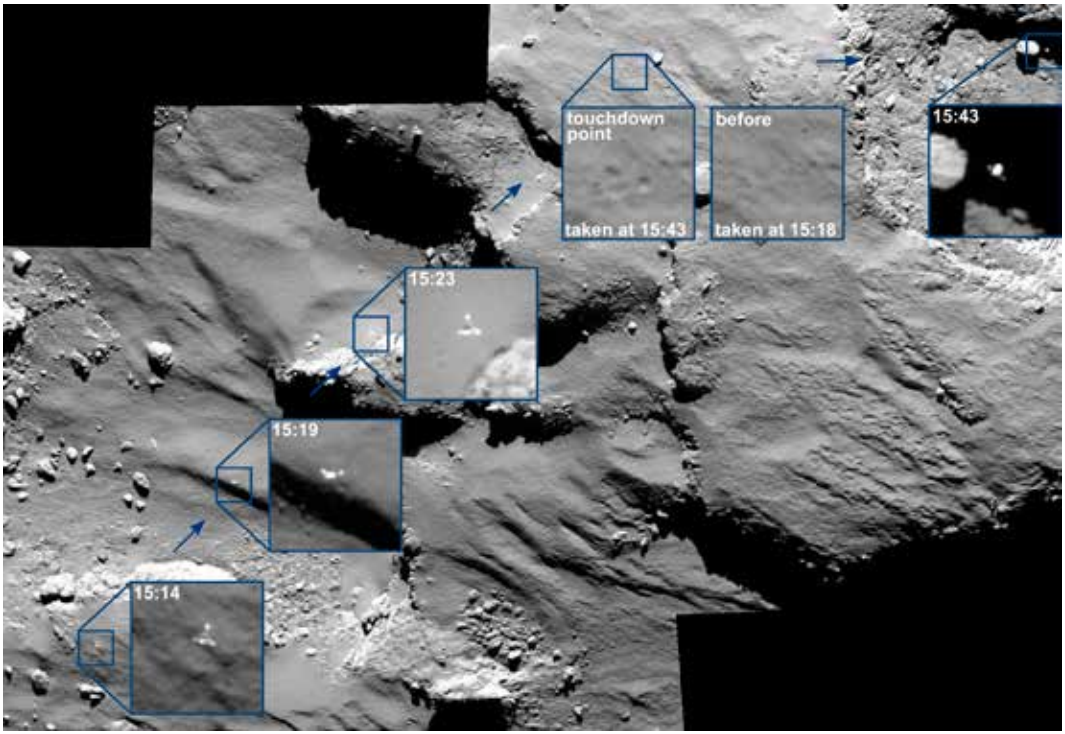
Mosaïque de 4 images prises par Rosetta le 4 novembre à 30 km de distance du noyau, et montrant les émissions de gaz depuis le « col ». (ESA/Rosetta/NAVCAM – CC BY-SA IGO 3.0)

Rosetta

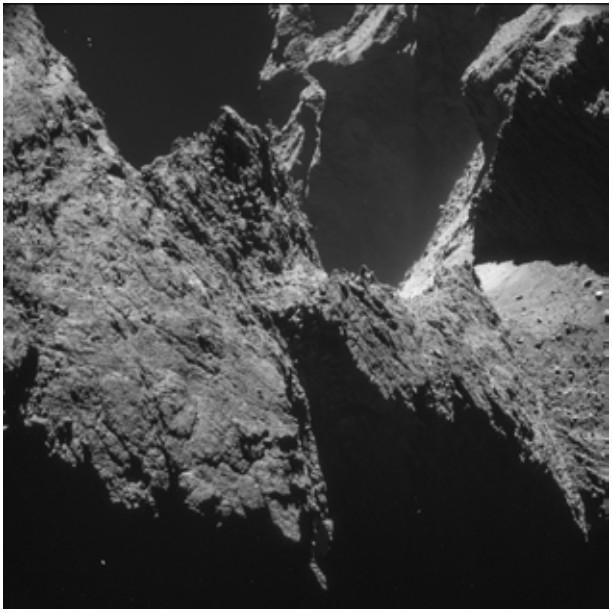
Après sa mise en orbite autour de la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko, l'événement le plus attendu de la mission Rosetta était l'activation de l'atterrisseur Philae. Cette mission délicate s'est passée parfaitement, à l'exception d'un point assez important : le système d'ancrage. Une fois arrivé à la surface du noyau, Philae devait s'y attacher par des harpons, puis par des vis. La gravité est en effet si faible que le poids du module (quelques grammes) ne suffit pas à le stabiliser.

Mais les harpons n'ont pas été lancés. Un jet de gaz qui devait plaquer l'engin au sol n'a pas non plus fonctionné et les vis n'ont donc pas pu être enfoncées. Livré à lui-même Philae a rebondi plusieurs fois, la première à plusieurs centaines de mètres en un saut de deux heures. Tout se passe bien sûr à une lenteur extrême, sous peine de dépasser la vitesse de libération (de l'ordre de la vitesse d'un marcheur). Ces bonds, et les lois de l'entropie et de Murphy, ont fini par amener Philae dans une encoignure dont le principal défaut est de cacher le Soleil. Seul un des panneaux solaires reçoit un peu d'ensoleillement, et seulement pendant une petite fraction du « jour » de 67P. Autant dire que les

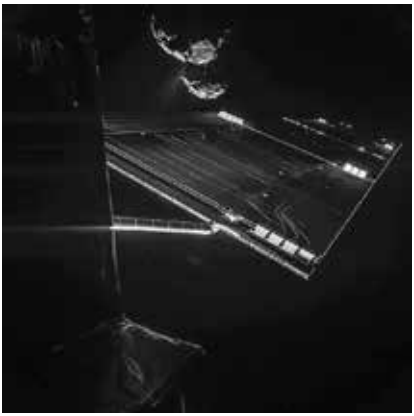
Le module Philae a pris cette vue de sa zone d'atterrissage, d'une hauteur de 40 mètres, lors de sa descente (ESA/Rosetta/MPS OSIRIS Team MPS/UPD/LAM/IAA/SSO/INTA/UPM/DASP/IDA; ROLIS/DLR)



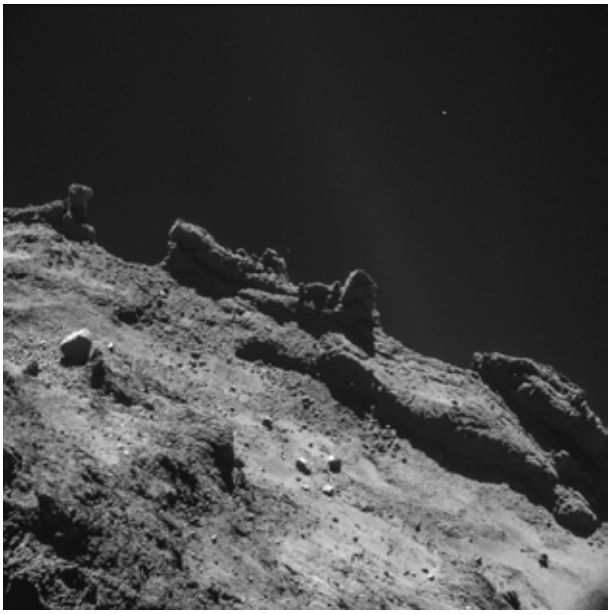
Ci-dessus, une mosaïque d'images prises par Rosetta d'une distance de 15 kilomètres, et montrant la trajectoire de l'atterrisseur Philae lors de son approche de la comète et jusqu'à son premier rebond. Les médaillons du haut montrent la zone de contact avant et après l'impact. La dernière image confirme que Philae a rebondi vers l'est.
(ESA/Rosetta/MPS for OSIRIS Team MPS/UPD/LAM/IAA/SSO/INTA/UPM/DASP/IDA)



Vue par Rosetta, à 8 km de distance, du petit lobe et de la zone poussiéreuse entre les deux lobes de la comète 67P/Churyumov–Gerasimenko
(ESA/Rosetta/ NAVCAM – CC BY-SA IGO 3.0)



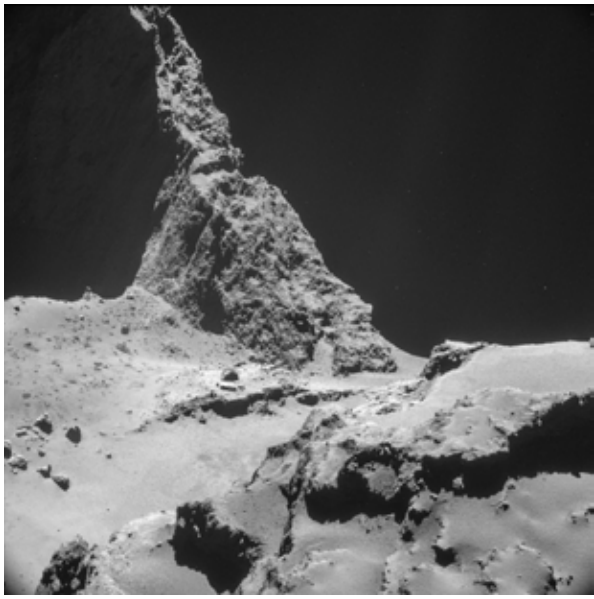
La comète vue depuis Philae le 7 octobre, alors que l'atterrisseur était encore à bord de Rosetta. (ESA/Rosetta/Philae/CIVA)



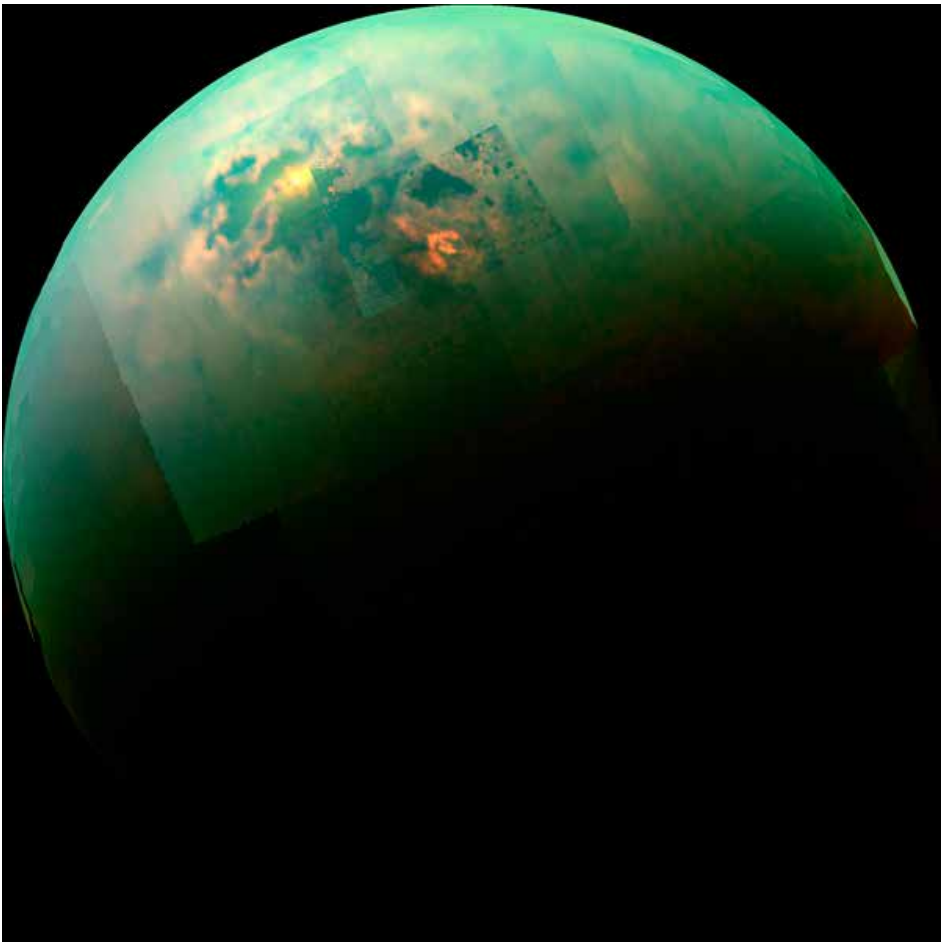
Ci-dessus, vue par Rosetta le 26 octobre d'une distance de 8 km, du grand lobe de la comète montrant la diversité du relief. (ESA/Rosetta/ NAVCAM – CC BY-SA IGO 3.0)

batteries ne peuvent se recharger convenablement et, 57 heures après l'atterrissage, elles étaient pratiquement à sec. Heureusement, en parcourant son orbite, la comète va changer d'orientation par rapport au Soleil. Cet effet saisonnier, s'il va dans le bon sens, pourrait permettre de recharger les batteries, d'autant que les techniciens ont réussi à mieux positionner le panneau en question.

Les scientifiques avaient programmé les expériences cruciales durant ces premières heures. On en attend les résultats détaillés. Un forage a été tenté mais il n'a pas permis de ramener d'échantillon de sol dans le laboratoire embarqué. L'analyse de la composition de l'atmosphère de la comète a permis de constater la présence de molécules organiques. L'expérience Mupus, mettant en œuvre un marteau, suggère que le sol est fait de glace d'eau recouverte d'une couche de 10 à 20 centimètres de poussière.



Une grande partie de l'activité de la comète vient de cette zone inter-lobes. (ESA/Rosetta/ NAVCAM – CC BY-SA IGO 3.0)



Titan vu en infrarouge par Cassini le 21 août. Les images qui ont servi à construire cette mosaïque ont été prises dans trois fenêtres atmosphériques à 5 microns (codé en rouge), 2 microns (vert) et 1,3 micron (bleu). (NASA/JPL-Caltech/Univ. Arizona/ Univ. Idaho)

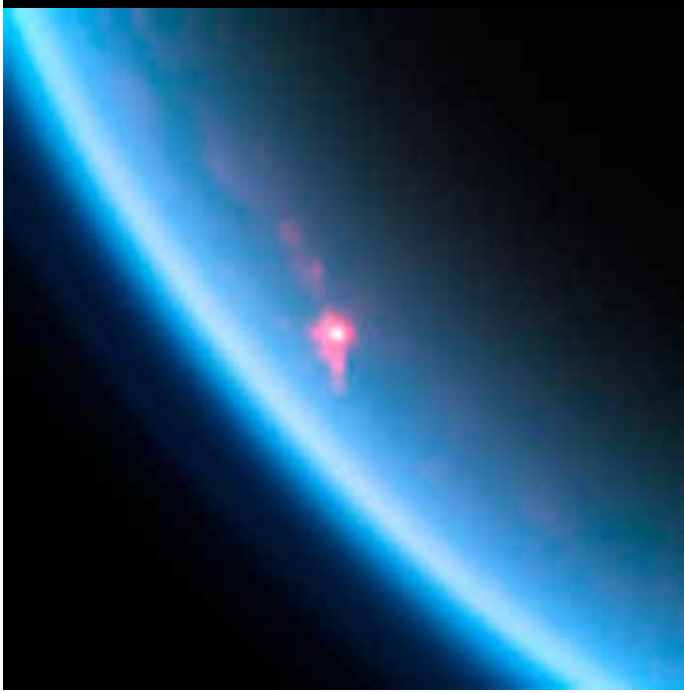
Reflets sur Titan

Cette mosaïque de Titan en infrarouge montre la réflexion du Soleil dans les mers de l'hémisphère nord du gros satellite de Saturne. Ces reflets avaient déjà été observés mais jamais simultanément. Le Soleil était aussi beaucoup plus haut (40°) dans le ciel que les fois précédentes pour un observateur qui se serait trouvé dans la zone de Kraken Mare. L'épaisseur d'atmosphère traversée par les rayons étaient donc moins importante et l'atténuation moins forte de sorte que ces reflets étaient observables dans l'infrarouge

très proche (1,3 micron). À droite (au nord) on distingue des détroits qui connectent Kraken Mare à une autre mer, (Ligeia) elle-même cachée par des bancs de nuages.

Au sud (en haut à gauche) de Kraken Mare on voit une bordure de dépôts qui indique que le niveau de la mer a baissé par suite de l'évaporation de l'éthane et du méthane.

Reflet du Soleil sur Jinppo Lacus, un lac de la côte ouest de Kraken Mare sur Titan. Image obtenue par Cassini dans la fenêtre atmosphérique de 5 microns en juillet 2009. (NASA/JPL/University of Arizona/DLR)



Reflet du Soleil sur Kivu Lacus, un petit lac près du pôle nord de Titan. Image obtenue par Cassini en juillet 2012. Les couleurs correspondent aux longueurs d'onde de 5 microns (rouge), 2,8 microns (vert) et 2 microns (bleu).
Les taches roses, plus pâles, situées au-dessus du reflet brillant, ont été interprétées comme des zones de vagues - les premières vagues vues ailleurs que sur Terre. (NASA/JPL-Caltech/ University of Arizona/ University of Idaho)

La galaxie de la Toile d'Araignée

Basé sur un communiqué ESO

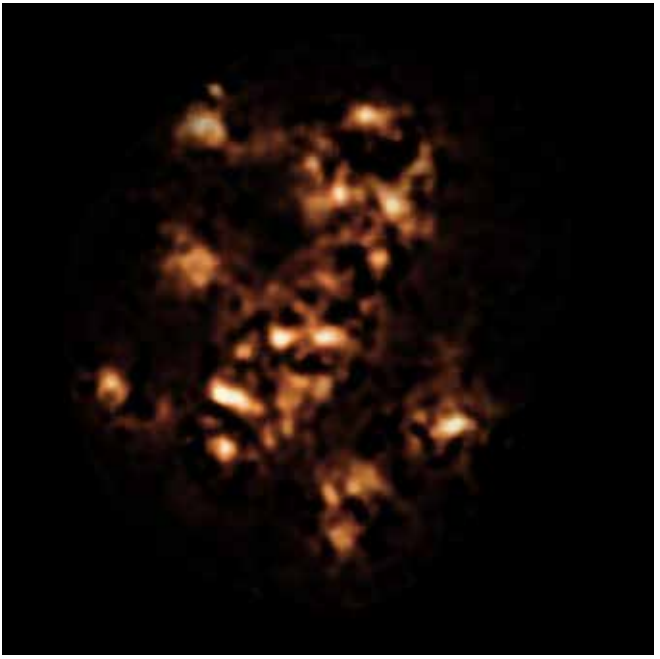
Les amas de galaxies constituent les plus vastes structures de l'Univers. La gravitation assure leur cohésion. Toutefois, leur formation demeure partiellement incomprise. La galaxie de la Toile d'Araignée (MRC 1138-262) et ses proches voisines ont fait l'objet d'observations répétées ces vingt dernières années, notamment au moyen des télescopes de l'ESO. Elle constitue l'un des meilleurs exemples de proto-amas en cours de formation voici plus de dix milliards d'années. Elle est connue pour renfermer un trou noir supermassif et est une puissante source d'ondes radio.

Afin d'en savoir plus sur la formation stellaire dans cette galaxie et pour mesurer l'impact de la poussière sur ce processus, les astronomes ont utilisé le télescope APEX de l'ESO situé sur les hauts plateaux andins. Quarante heures d'observation aux longueurs d'onde millimétriques ont permis de traverser les épais nuages de poussière omniprésents.

Il s'agit là de l'une des explorations les plus lointaines jamais effectuées au moyen d'APEX. Elles ont révélé l'existence de sources quatre fois plus nombreuses dans l'amas de la Toile d'Araignée que dans le ciel environnant. La comparaison minutieuse de ces nouvelles données aux observations effectuées à d'autres longueurs d'onde a permis de confirmer l'appartenance de ces sources à l'amas en cours de formation : nombre de ces sources se situaient en effet à même distance que l'amas galactique lui-même.

Les nouvelles observations d'APEX viennent compléter le recensement de l'ensemble des habitants de cette mégapole stellaire. Les galaxies sont en cours de formation – à l'image des chantiers de construction sur Terre, elles sont très poussiéreuses. Une surprise attendait toutefois les astronomes lorsqu'ils ont localisé la région de formation d'étoiles. Ils s'attendaient à ce que cette région occupe l'un des longs filaments reliant les galaxies entre elles. En réalité, elle se trouve principalement concentrée en une zone unique, pas même centrée sur la galaxie de la Toile d'Araignée située au cœur du proto-amas. La mégapole se développe de façon asymétrique.

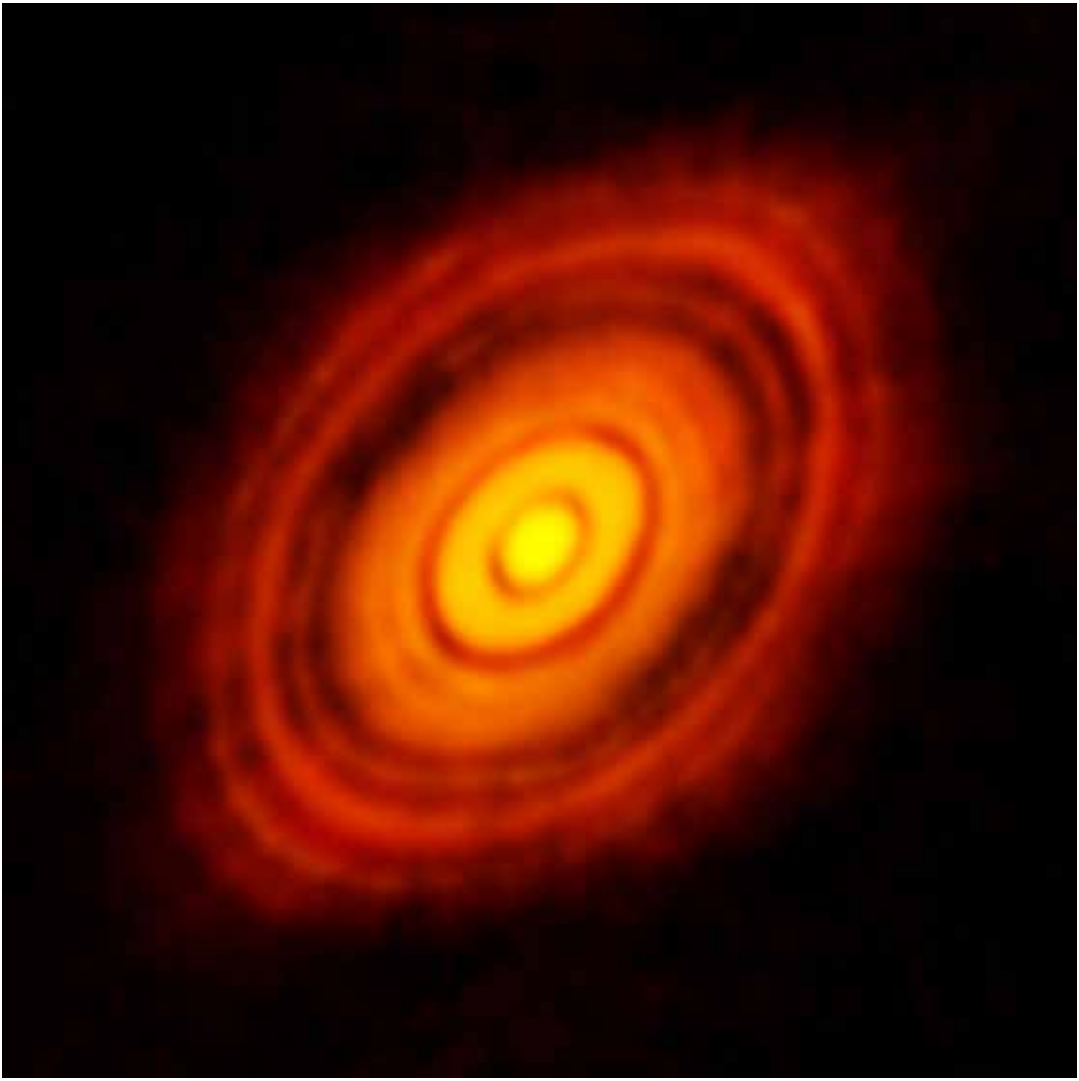
Région entourant la galaxie de la Toile d'Araignée observée par APEX dans le domaine submillimétrique. On y voit un proto-amas de galaxies dans l'Univers jeune centré sur une radiogalaxie comportant un trou noir supermassif. Certaines des taches figurant sur cette image sont des galaxies poussiéreuses du proto-amas caractérisées par un taux de formation stellaire élevé, invisibles dans le domaine optique en raison de l'absorption par la poussière. (ESO)



HL Tauri

Les planètes se forment à partir de condensations dans un disque circumstellaire de gaz et de poussières. Les interactions gravifiques créent des divisions dans le disque, un peu comme dans les anneaux de Saturne. Cette théorie dont les ébauches remontent à Buffon, Kant, Laplace et d'autres vient

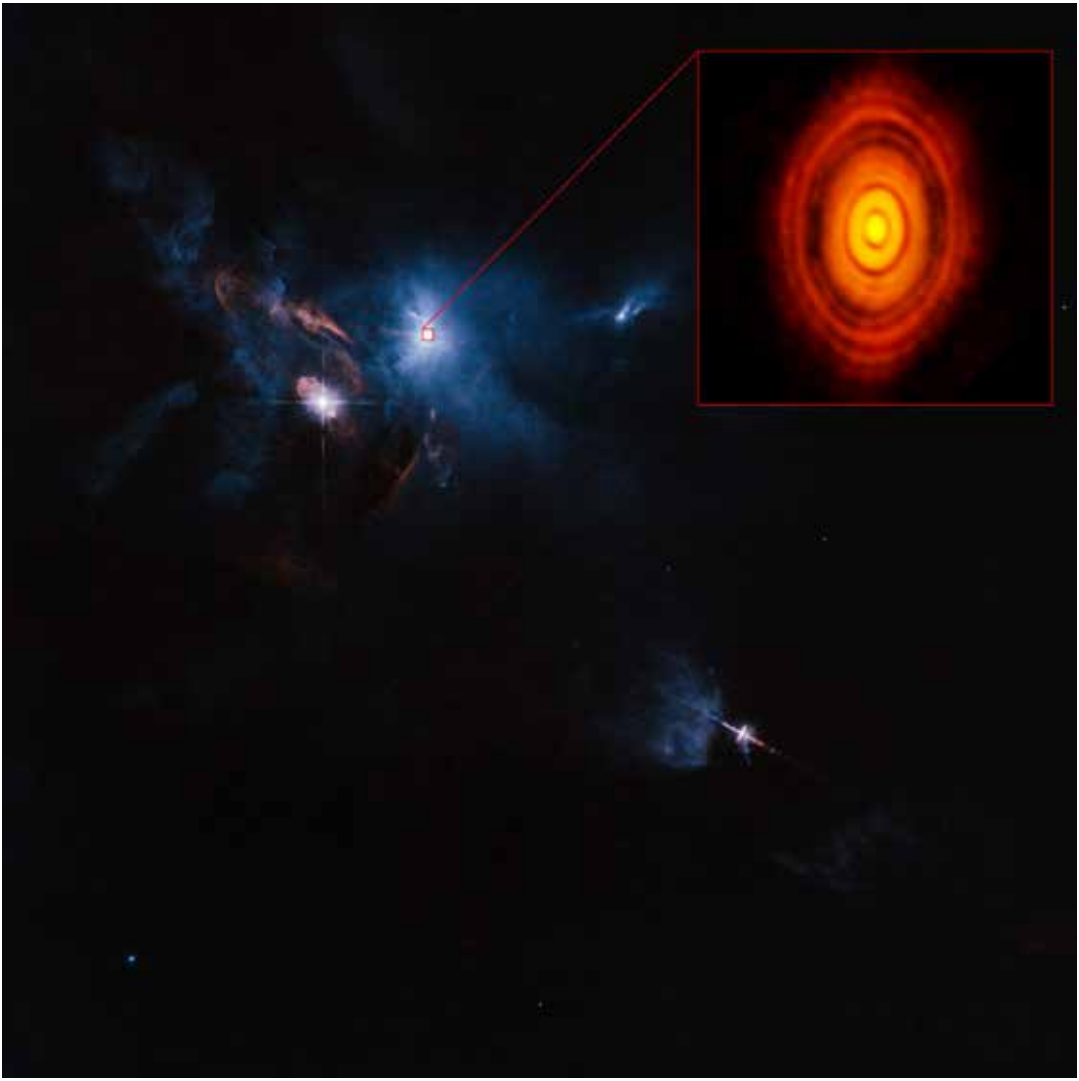
Cette image, la plus détaillée encore prise par ALMA, et la première à dépasser en résolution celles du télescope spatial Hubble, montre les structures du disque protoplanétaire entourant l'étoile jeune HL Tauri. Des planètes sont peut-être en train de grossir dans les « divisions » noires de la nébuleuse, en particulier, les deux plus internes, à 25 et 70 unités astronomiques de l'étoile. (ESO/NAOJ/NRAO)

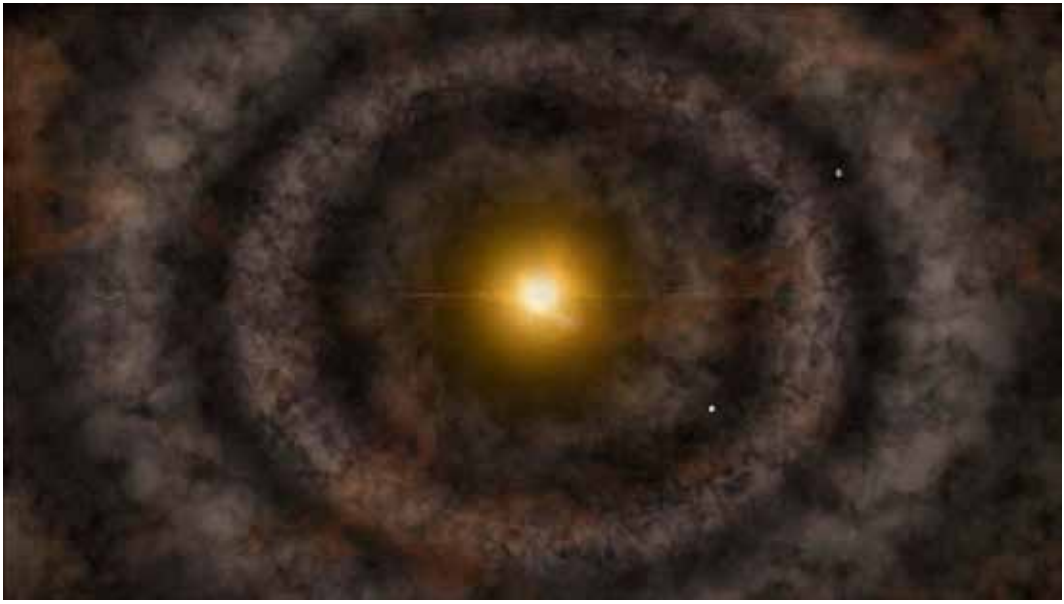


Le télescope spatial Hubble avait donné cette image de la région de HL Tauri.
En zoom, ce qu'a vu ALMA au cœur de l'objet, derrière les rideaux de poussière.
(ALMA ESO/NAOJ/NRAO, ESA/Hubble ; NASA ; Judy Schmidt)

de voir une confirmation éclatante dans des images prises par le réseau ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array) qui sont les plus détaillées à ce jour d'un disque protoplanétaire.

On est loin des premières images floues de ces disques, et bien plus loin encore des premières tentatives d'astronomes au 19e siècle





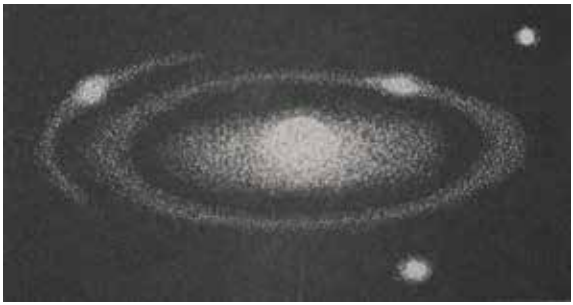
Voilà comment un artiste envisageait un disque protoplanétaire avant les observations d'ALMA. Les planètes en devenir circulent entre les anneaux. (@ A. Khan/National Science Foundation)

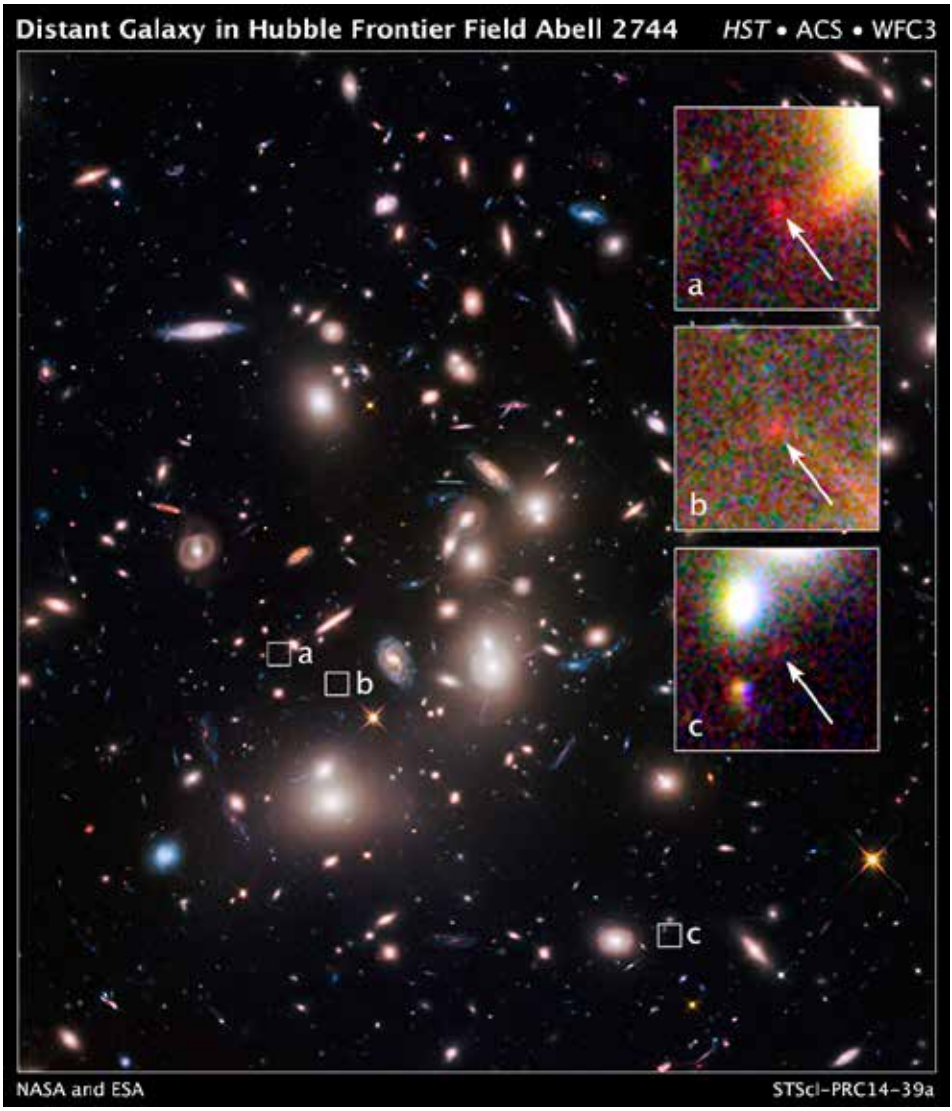
d'associer le cœur et les bras de galaxies ou de nébuleuses à des systèmes planétaires en formation.

Les astronomes ont pu déceler une structure en anneaux dans la nébuleuse protoplanétaire entourant l'étoile HL Tauri, une étoile jeune, d'environ un million d'années, distante de 450 années-lumière. Ces structures pourraient bien révéler la présence de planètes en formation qui déblaient gaz et poussières sur leur orbite. Si c'est bien le cas, la formation de planète est encore plus rapide qu'on le croyait.

Pour obtenir ces images les astronomes ont pu utiliser pour la première fois ALMA dans sa configuration pratiquement définitive, et la plus puissante, correspondant à une résolution angulaire de 0,035 seconde d'arc, soit 5 unités astronomiques à la distance de l'objet - mieux que le télescope spatial Hubble. La séparation maximale des antennes était alors de 15 kilomètres.

La nébuleuse primitive de Laplace dans* L'Astronomie Populaire *de Camille Flammarion, édition 1955. C'est en quelque sorte une représentation en creux de la version moderne du modèle, les anneaux s'étant approprié toute la matière du disque.





L'amas Abell 2744.
Les boîtes a, b et c montrent des images distinctes d'une même galaxie située loin derrière l'amas. (NASA, ESA, A. Zitrin/California Institute of Technology, J. Lotz, M. Mountain, A. Koekemoer, et le HFF Team/STScI)

L'amas Abell 2744

L'amas de galaxies Abell 2744, aussi connu comme l'amas Pandore, est si massif qu'il incurve la trajectoire des rayons lumineux des objets situés derrière lui, faisant apparaître ceux-ci plus gros et plus brillants qu'ils ne le sont. Cet effet de lentille permet

aux astronomes de détecter des galaxies bien plus lointaines que celles que l'on pourrait voir normalement.

Le cliché qui précède montre une galaxie déformée et déchirée en plusieurs morceaux par la lentille gravitationnelle. Chacun des morceaux est en fait une image distincte de la galaxie – image à peu près dix fois plus grosse et plus brillante qu'elle ne le serait en l'absence de l'amas-lentille.

L'analyse montre que la galaxie est toute petite, avec un diamètre de seulement 850 années-lumière, et une masse 500 fois plus petite que celle de la Voie lactée. Malgré cela son taux de formation stellaire est le tiers de celui de notre galaxie.

On voit cet objet tel qu'il était alors que l'Univers n'avait que 500 millions d'années, soit trois pour cent de son âge actuel de 13,7 milliards d'années. L'amas Abell 2744 est beaucoup plus proche, à 3,5 milliards d'années-lumière.

Le plus brillant pulsar jamais observé

Basé sur un communiqué CNRS/INSU

Le télescope spatial NuSTAR (Nuclear Spectroscopic Telescope Array) a permis la découverte d'un pulsar rayonnant une énergie équivalente à 10 millions de soleils. Il s'agit du pulsar le plus brillant jamais observé dans l'Univers.

Cette étonnante découverte devrait aider les astronomes à mieux comprendre une famille de sources ultra-lumineuses de rayons-X, les ULX (Ultra-Luminous X-ray Sources). Jusqu'à présent, les ULX étaient supposées être des trous noirs, soit de masse stellaire

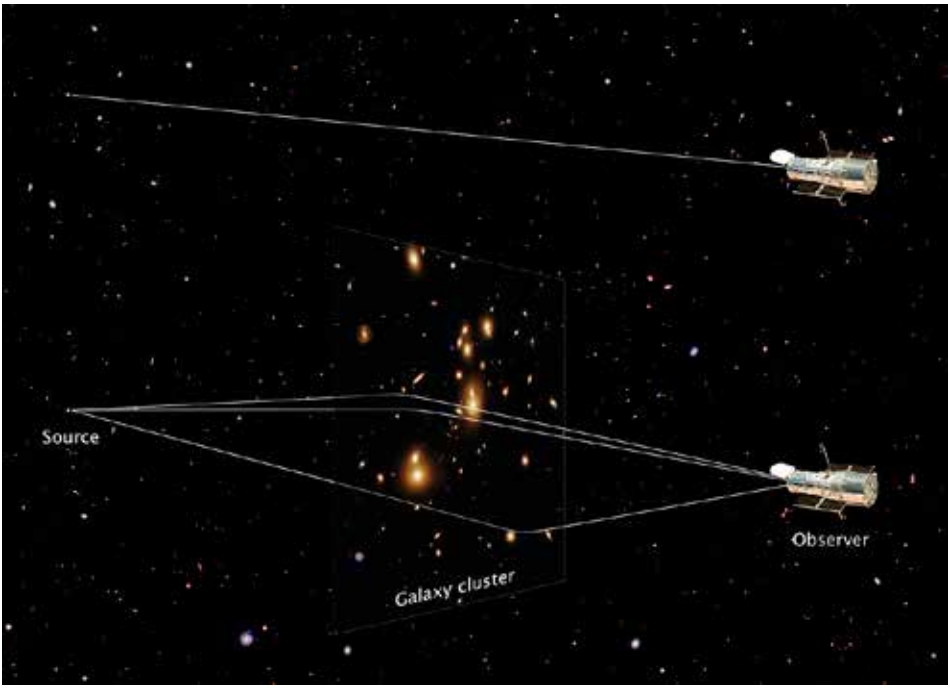


Illustration du phénomène de lentille gravitationnelle. Trois images d'une source lointaine sont ici créées par le passage dans un amas massif de galaxies. (NASA, ESA, Z. Levay/STScI)

(environ 10 fois la masse du Soleil), soit de masse intermédiaire (1 000 fois la masse du Soleil ou plus). Ces derniers pourraient être à la base des trous noirs super-massifs que l'on trouve au centre des galaxies.

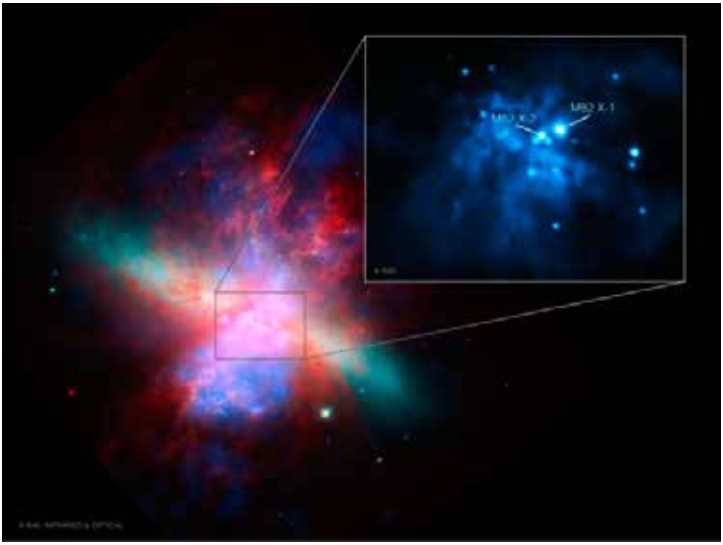
Les trous noirs des ULXs se nourrissent par accrétion de la matière s'échappant d'une étoile compagne. La matière s'enroule en un disque autour du trou noir et c'est dans ce disque qu'elle s'échauffe pour finalement produire le rayonnement X observé. La caractérisation des trous noirs des ULXs fait aujourd'hui l'objet de recherches très poussées, en particulier avec les observatoires X spatiaux XMM-Newton, Chandra et NuSTAR.

Grande fut la surprise de découvrir qu'une ULX (appelée X-2) de la galaxie Messier 82, située à 12 millions d'années lumière, contenait non pas un trou noir, mais bien une étoile à neutrons en rotation. Cette découverte fortuite s'est produite alors que NuSTAR observait une supernova récente de M82.

Située à proximité de la supernova, ULX X-2 émet un signal périodique en rayons X : la signature temporelle d'un pulsar, c'est-à-dire d'une étoile à neutrons en rotation, émettant comme un phare dont le faisceau intercepte périodiquement la Terre.

Il a fallu adjoindre à NuSTAR les satellites Swift et Chandra pour confirmer que l'émission de X-2 provenait bien d'un pulsar. La période de rotation du pulsar est de 1,37 seconde, et l'énergie rayonnée est équivalente à 10 millions de soleils. Sans la détection de pulsations, X-2 serait considérée comme une ULX normale, contenant vraisemblablement un trou noir. C'est probablement le cas cependant d'une autre ULX, présente dans M82, qui vient récemment d'être soupçonnée d'abriter un trou noir de masse intermédiaire.

Ce résultat de premier plan nous invite donc à reconsidérer la population d'ULXs dans son ensemble, toutes n'étant pas associées à des trous noirs. C'est la diversité d'objets qui permettra de contraindre les différents mécanismes de formation et d'évolution des ULXs. De plus, comprendre comment un objet aussi petit (de la taille de Paris intra-muros) peut rayonner autant d'énergie nécessitera de mieux modéliser le comportement de la matière dans les champs gravitationnels et les champs magnétiques des étoiles à neutrons. Cette observation réalisée par NuSTAR en appellera d'autres, en particulier avec XMM-Newton. La chasse aux ULXs potentiellement aussi atypiques que M82 X-2 ne fait que commencer.



Cette image de la galaxie M82 montre des données des observatoires spatiaux Chandra (en bleu), Hubble (vert et orange) et Spitzer (rouge). Les deux sources ULXs sont indiquées dans la partie agrandie de l'image Chandra (NASA/CXC/Tsinghua Univ./JHU/ESA/STScI/ AURA/The Hubble Heritage Team/JPL-Caltech/Univ. of AZ)/