

# L'astronomie dans le monde



## ***Première détection d'un anneau autour d'une planète naine***

Dans le cadre d'une campagne européenne d'observations, les astronomes sont parvenus à affiner les caractéristiques de la planète naine Hauméa et lui ont découvert un anneau.

Hauméa est située dans la ceinture de Kuiper, en moyenne à 43 unités astronomiques du Soleil. Elle est dotée de deux satellites : Hi'iaka et Namaka. Contrairement aux autres planètes naines, sa taille, sa forme, son pouvoir réflecteur (albédo) et sa densité étaient mal connus. Le 21 janvier 2017, l'occultation de l'étoile URAT1 533-182543 par Hauméa a donné lieu à une vaste campagne d'observations dont les résultats viennent d'être publiés. Hauméa était déjà connue pour sa forme ellipsoïdale, aux allures de cigare, et pour sa rotation rapide. C'est un ellipsoïde dont les trois axes ont pour longueur respective : 2 320 km, 1 705 km et 1 025 km. La valeur de 2 320 km est en fait une limite inférieure ; elle s'avère ainsi presque plus grande qu'Éris

(d'un diamètre de 2 325 km), voire que Pluton (d'un diamètre de 2 375 km). Plus surprenant encore, les observations ont permis de mettre au jour l'existence d'un anneau dense autour de la planète naine, une première concernant les objets transneptuniens. D'un rayon de 2 290 km, l'anneau orbite dans le plan équatorial de la planète ; il semble également coïncider avec le plan orbital de Hi'iaka, son satellite principal. Sa largeur est d'environ 70 km. Son opacité est d'environ 50%, par conséquent il a absorbé environ la moitié du flux lumineux de l'étoile lors de l'occultation. Cette découverte intervient à la suite de celle en 2013 d'un anneau dense autour de l'astéroïde Chariklo, objet beaucoup plus petit, de 260 km



***Haumea et son anneau, vue d'artiste.  
(IAA-CSIC, UHU)***

de diamètre environ, situé dans la région entre Saturne et Uranus. Les anneaux ne sont donc plus l'apanage des planètes géantes : Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune. Ces découvertes récentes donnent à penser que leur présence autour de corps de glace situés dans la lointaine zone transneptunienne serait moins rare qu'on ne le supposait jusqu'à présent. Cependant, l'origine et la stabilité des anneaux autour de Chariklo et Hauméa suscitent de nombreuses interrogations. La présence de satellites autour de Hauméa, ainsi qu'une famille de corps associés à cette planète naine, suggèrent une origine collisionnelle.

### ***C/2017 K2 PANSTARRS***

Le télescope spatial Hubble a photographié la comète active la plus lointaine jamais observée dans sa phase d'approche. Elle avait été découverte le 21 mai 2017 par le survey Pan-STARRS1 (PS1) alors qu'elle se trouvait à une distance de 16,09 unités astronomiques, soit 2,4 milliards de kilomètres. Une recherche parmi des images d'archives montre que l'objet figurait déjà incognito dans les données de PS1 datant de 2014, et même dans des images obtenues avec le télescope CFHT d'Hawaï en mai 2013. La comète était alors à 23,75 unités astronomiques du Soleil, et elle était déjà active.

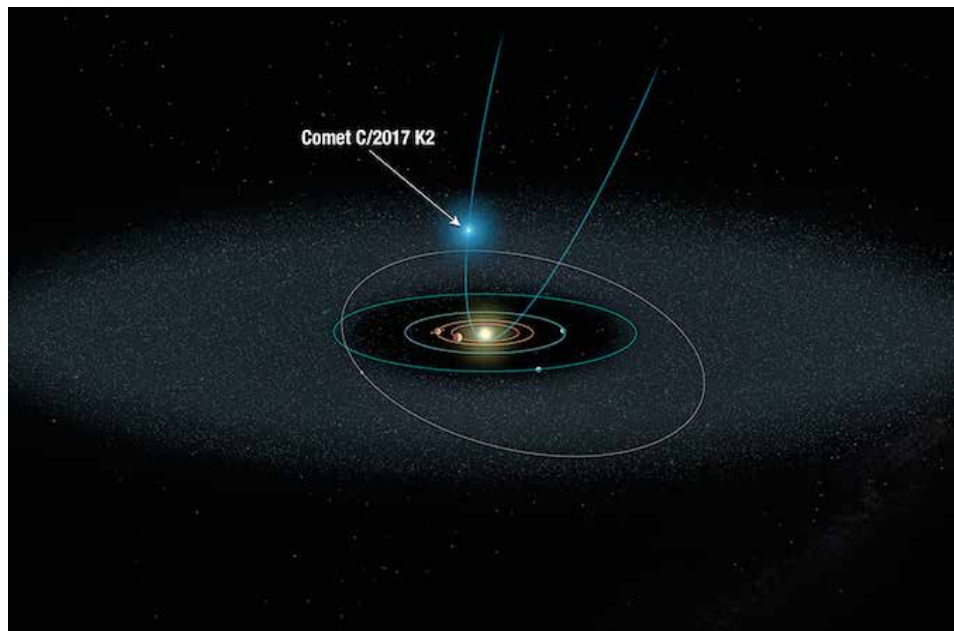
Son orbite l'amène vers nous depuis les confins glacés du Système solaire, le nuage d'Oort, un gigan-

tesque réservoir contenant des centaines de milliards de comètes et s'étendant jusqu'à une année-lumière. Ces comètes sont les résidus de la formation du Système solaire, il y a 4,5 milliards d'années et elles ont dans une certaine mesure préservé la composition primitive de la nébuleuse présolaire.

Les observations de Hubble suggèrent que les glaces volatiles d'oxygène, d'azote, d'oxyde et de dioxyde de carbone, commencent à se vaporiser et entraînent avec elles des poussières qui forment déjà une coma de plus de cent mille kilomètres de diamètre. Cette activité était déjà présente quatre ans plus tôt comme le montrent les observations du CFHT. À ces grandes distances, la glace d'eau reste solide comme de la pierre et ne se volatilise pas. Ce n'est donc pas elle qui gouverne la formation de la chevelure, contrairement aux comètes proches du Soleil. La couche externe de ces dernières a déjà été « cuite » et une grande partie des éléments les plus volatils s'en sont déjà échappés. L'intérêt de K2 est



***La comète C/2017 K2 PANSTARRS vue par le télescope spatial Hubble. (NASA, ESA, D. Jewitt/UCLA)***



***Orbite de la comète C/2017 K2  
PANSTARRS (K2) en provenance du  
nuage d'Oort. Le télescope spatial  
Hubble l'a observée alors qu'elle se  
trouvait plus loin que Saturne.  
(NASA, ESA, A. Feild/STScI)***

donc de nous montrer une comète essentiellement primitive.

Le noyau de K2 n'est apparemment pas plus gros qu'une vingtaine de kilomètres. La comète ne présente pas de queue, ce que l'on interprète comme le signe que les poussières dissipées dans l'espace sont trop grosses pour être repoussées par la pression de radiation solaire.

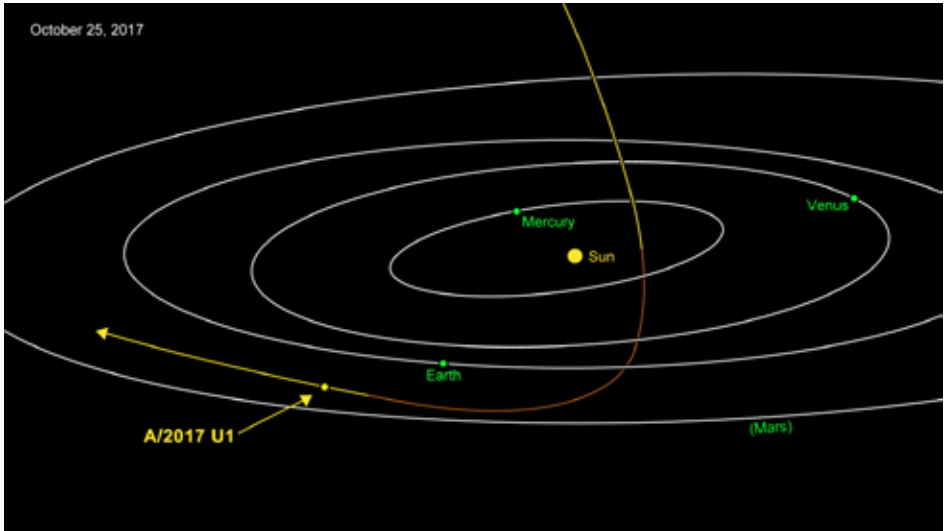
Le périhélie de K2 sera atteint en 2021, un peu au-delà de l'orbite de Mars. Cela laisse amplement le temps aux astronomes d'étudier en détail cet objet unique et de voir comment se développe son activité sur un vaste éventail de distance.

## ***A/2017 U1 PANSTARRS***

Le petit objet Pan-STARRS (A/2017 U1) qui est passé au périhélie récemment provient peut-être de l'espace interstellaire et semble devoir y retourner. Ce serait le premier cas avéré d'un visiteur alien.

Découvert le 18 octobre avec le télescope Pan-STARRS 1 sur le mont Haleakala à Maui (Hawaii), l'astre voyage sur une orbite hyperbolique et ne serait donc pas lié au Soleil. Son périhélie avait été atteint le 9 septembre, à 38 millions de kilomètres du Soleil. Il est passé à 24 millions de kilomètres de la Terre le 14 octobre, une proximité qui a permis sa découverte et son suivi. Sa magnitude laisse supposer un diamètre d'environ 160 mètres si son albédo est moyen. Normalement un si petit noyau cométaire aurait dû se briser, mais sa vitesse a pu lui éviter ce sort funeste en l'empêchant de trop s'échauffer.

Mais s'agit-il bien d'une comète ? L'objet avait d'abord été caractérisé comme tel, probablement en raison de son orbite extrême, mais les images n'ont montré aucun signe d'activité cométaire, en particulier des photos prises



***Trajet de A/2017 U1 dans le  
Système solaire.  
(NASA / JPL / Horizons)***

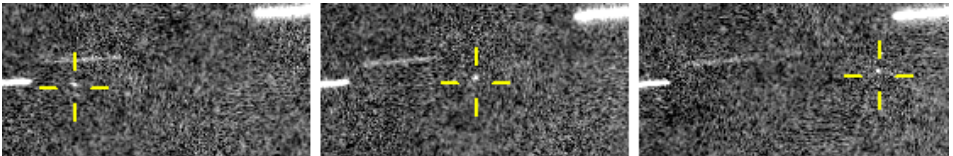
avec le VLT de l'ESO. Il fallait bien se rendre à l'évidence, c'est un caillou inerte, un simple astéroïde. Sa désignation initiale C/2017 U1 a alors été changée en A/2017 U1. Un spectre pris le 25 octobre avec le télescope WHT de 4 m 20 de La Palma montre une couleur rougeâtre rappelant les objets de la ceinture de Kuiper.

L'orbite de A/2017 U1 se caractérise par une forte inclinaison sur le plan de l'écliptique ( $122^\circ$ ). Cet angle supérieur à  $90^\circ$  signifie simplement une inclinaison de  $58^\circ$  et un mouvement rétrograde. Sans être très exceptionnel pour un astéroïde, cela aurait plutôt convenu à une comète qu'à un astéroïde. Par contre l'excentricité de 1,19 est inédite tant pour les comètes que les astéroïdes, même si les comètes ont souvent des excentricités élevées,

parfois voisines de l'unité. Rappelons que l'excentricité d'une orbite est nulle pour un cercle, comprise entre 0 et 1 pour une ellipse, égale à l'unité pour une parabole, et plus grande pour une hyperbole. Les orbites hyperboliques, et le cas limite de la parabole, entraînent l'astre vers l'infini.

Le calcul des orbites se fait à partir d'une suite plus ou moins longue d'observations. Le résultat donne le mouvement à un moment donné, mais si l'astre croise une planète assez massive, l'orbite pourrait changer et passer d'hyperbolique à elliptique. C'est d'ailleurs ce qui est arrivé à la comète Bowell (C/1980 E1) pour laquelle une excentricité de 1,05 a été mesurée. Des calculs précis ont montré que

***Trois images successives de A/2017 U1  
prise le 21 octobre depuis l'observatoire  
Tenagra, en Arizona.  
(Paulo Holvorcem & Michael Schwartz,  
NASA subvention NNX15AE89G)***



l'hyperbolisation de l'orbite avait été due à un passage à 35 millions de kilomètres de Jupiter qui avait accéléré la comète. Si plus rien ne la perturbe, la comète *Bowell* quittera le Système solaire, mais avant son passage près de Jupiter elle était liée au Soleil.

Au contraire, A/2017 U1 ne semble pas avoir été affecté par des perturbations gravitationnelles – à moins d'une planète lointaine inconnue. L'astéroïde est arrivé dans notre système à la vitesse de 26 kilomètres par seconde en provenance de l'espace interstellaire, d'un point situé dans la direction de la Lyre, à 4,5 degrés de Véga. L'astéroïde a dû passer près de la position actuelle de Véga il y a 300 000 ans, mais à cette époque Véga était bien ailleurs.

Cette direction n'est pas très loin de l'apex, le point du ciel vers où se dirige le Système solaire par rapport au mouvement général local de la Galaxie. On peut donc trouver normal de croiser plus d'objets dans cette direction, tout comme le pare-brise d'une voiture reçoit plus d'impacts d'insectes que la lunette arrière.

## ***Étoile massive***

Les variations optiques et X d'une étoile massive proche, *Zêta Puppis*, ont été analysées par plusieurs équipes. Les données optiques, obtenues avec le réseau de nano-satellite *BRITE* (*BRI*ght *TAR*get *EX*plorer) et divers télescopes amateurs et professionnels, confirment une périodicité courte (1,78 jour) et suggèrent la présence de taches à la surface qui semblent générer des structures dans le vent de l'étoile.

Les données X (obtenues par *XMM* et *Swift*), dont l'analyse a été menée par Yaël Nazé, montrent une variabilité de période similaire mais seulement à certains moments : l'émission X étant directement liée au vent stellaire, l'absence de corrélation franche entre photons visibles et rayons X est très intrigante !

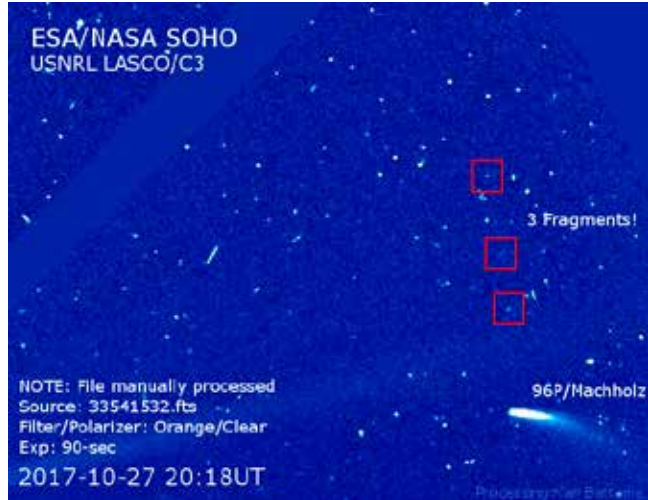
*Zêta Puppis* est 60 fois plus massive que le Soleil. Distante d'un millier d'années-lumière, elle est animée d'une vitesse considérable, environ 60 kilomètres par seconde. Les étoiles massives sont rares et font souvent partie de systèmes multiples. *Zêta Puppis* fait exception en étant isolée. Peut-être a-t-elle été éjectée d'un tel système ?

## Comète 96P/Machholz

La comète 96P (la 96<sup>e</sup> de la liste des comètes périodiques) a été découverte visuellement en 1986 par l'amateur Don Machholz. Il utilisait pour cela une paire de jumelles – mais pas n'importe lesquelles, des 29×130 ! Elle complète son orbite autour du Soleil en 5,24 années avec une distance périhélique de seulement 0,12 unité astronomique soit bien moins que Mercure. Sa faiblesse explique qu'elle n'a été découverte qu'aussi récemment. Elle n'est vraiment brillante (magnitude 2, cette année) que lorsqu'elle est proche du Soleil, et donc perdue dans l'éclat de celui-ci. Lorsqu'elle est à une distance raisonnable de l'astre du jour, sa magnitude dépasse rapidement 10 ou 12. La grande inclinaison de son orbite sur l'écliptique ne facilite pas les rapprochements avec la Terre. Lors de sa découverte, elle était à 60 millions de kilomètres de nous. Cette année, elle n'aura jamais été à moins de 0,88 unité astronomique de la Terre, soit 132 millions de kilomètres et sa distance angulaire au Soleil (l'élongation) n'était alors que de 13°. Le meilleur moment pour l'observer était au début d'octobre, avec une élongation de 45° et une magnitude de 12, mais c'était pour l'hémisphère sud.

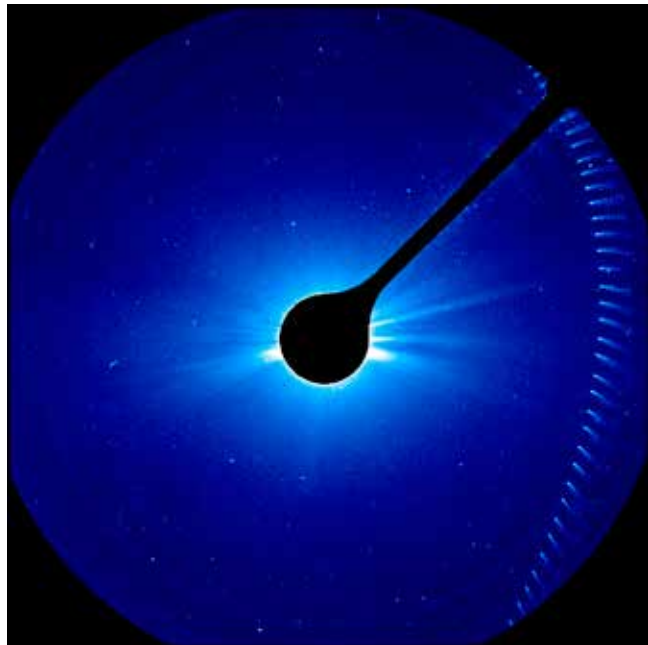
Il y avait un moyen plus efficace et plus simple de l'observer : le télescope spatial solaire SOHO. La faible élongation de 96P a l'avantage de l'amener régulièrement dans le champ de son coronographe LASCO C3. C'est ce qu'elle fit cette année du 25 au 30 octobre, pour la cinquième fois depuis 1996. Si l'on excepte les planètes et les étoiles, c'est l'intrus le plus fréquent dans LASCO.

La comète 96P est exceptionnelle à bien d'autres titres. Ses abondances moléculaires sont anormales



*La comète 96P dans le champ de SOHO/LASCO/C3 en octobre 2017. Elle est accompagnée cette fois de trois fragments.*

*Ci-dessous, une image composite montrant la totalité du passage dans le champ.  
(Barbara Thompson ; SOHO/NASA)*

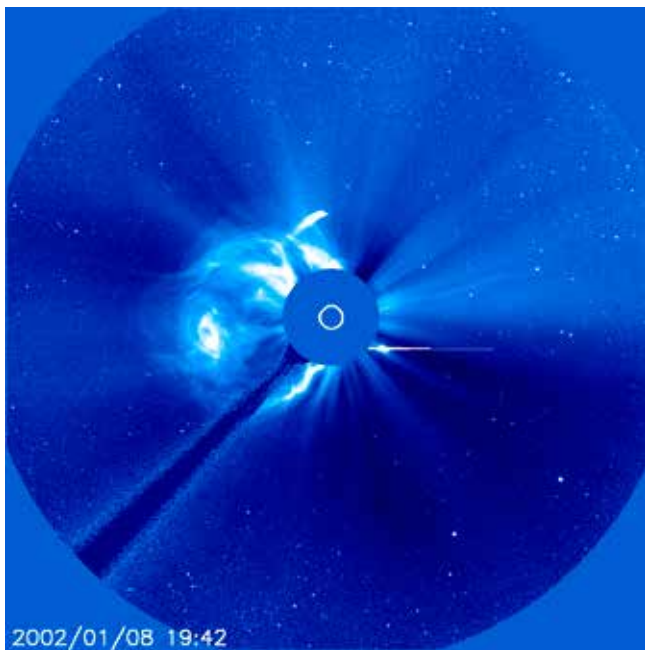


parmi les comètes au point qu'on a même suggéré qu'elle provenait d'un autre système stellaire – ce qui est d'actualité avec l'apparition de A/2017 U1 (cf. page 592). Elle a aussi pour habitude de semer des débris sur son chemin. Lors du passage de 2012 dans le champ de Soho on a découvert deux petits fragments devant le noyau. Cette année il y en avait au moins un troisième. Elle est à l'origine de pas moins de trois essaims d'étoiles filantes : les Ariétides (l'une des plus grosses pluies diurnes), les Delta Aquarides australes et les Quadrantides. C'est à elle aussi que l'on doit deux familles de comètes SOHO : celles de Marsden et de Kracht dont les membres apparaissent de temps à autre dans les images du télescope spatial (le gros des comètes SOHO est constitué de comètes du groupe de Kreutz, beaucoup plus important).

Le hasard a voulu que le passage de 2002 fût accompagné d'une éruption solaire, une CME (Coronal Mass Ejection) qui a permis de jolies images.

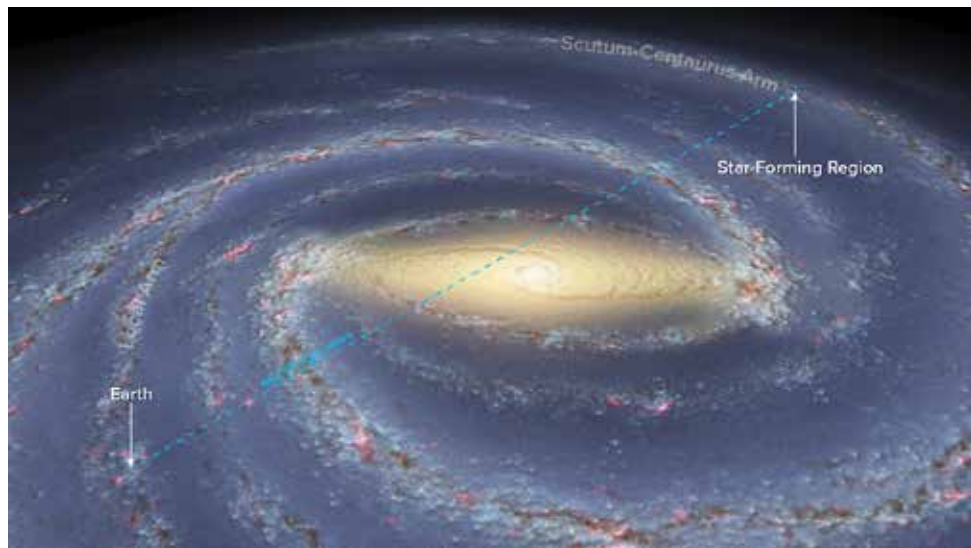
Par un autre hasard, de perspective cette fois, la comète fut visible en octobre 2017 dans le coronographe de la sonde STEREO-A (Solar and Terrestrial Relations Observatory - Ahead) située bien loin de la Terre et de SOHO. La comète a donc pu être observée de points très différents de l'espace.

***Images de 96P par STEREO avant et après le périhélie.***  
(NASA/STEREO/SECCHI COR2-A)



***En 2002, une éjection coronale a salué le passage de la comète 96P dont l'image est étirée en une barre horizontale à cause de la saturation de la caméra.***  
(NASA/SOHO)





***On a pu mesurer la parallaxe d'une région située à l'opposé de la Voie lactée.***  
***(Bill Saxton, NRAO/AUI/NSF; Robert Hurt, NASA)***

## ***Voie lactée***

Si l'on voit bien la structure spirale de galaxies comme celle des Chiens de Chasse qui se présentent à nous de face, il est très difficile de se représenter le plan d'ensemble de galaxies vues de profil, et en particulier de la nôtre. Non seulement le Système solaire est plongé dans un brouillard de gaz et de poussière qui masque les objets lointains, mais la perspective nous fait confondre des objets situés sur des plans différents.

Les mesures de distance sont donc capitales pour comprendre la structure de la Voie lactée et, pour vaincre l'extinction interstellaire, il est nécessaire d'avoir recours aux ondes radio.

Un grand pas a été fait en mesurant directement, par trigonométrie, la distance d'une région de formation stellaire située du côté opposé de la Voie lactée. C'est le VLBA (Very Long Baseline Array) qui a permis cet exploit qui double le précédent record de distance et laisse entrevoir la possibilité de cartographier

avec précision l'entièreté de notre galaxie, d'en tracer les bras, la barre centrale.

Le VLBA est un réseau de radiotélescopes à l'échelle d'un continent. Ses dix antennes sont distribuées de Hawaii aux Caraïbes. Les observations de parallaxe de la région G007.47+00.05 ont été réalisées en 2014 et 2015. La minuscule déviation due au mouvement de la Terre sur son orbite a permis d'estimer la distance de cette région à 66 000 années-lumière. Le centre de la Voie lactée est à 27 000 années-lumière et le précédent record de parallaxe était de 36 000 années-lumière.

Les régions de formation stellaire comme G007.47+00.05 contiennent des « masers » d'eau et de méthanol qui agissent comme des amplificateurs naturels – l'équivalent radio des lasers. Ces masers sont très nombreux dans la Galaxie et ce sont des sujets idéaux pour la cartographie. La mesure des parallaxes est cependant une tâche ardue et il faudra probablement une décennie pour en venir à bout.

Rappelons que le satellite Gaia est en train de mesurer les parallaxes et les vitesses d'innombrables étoiles dans le domaine optique mais il ne peut voir au travers des nuages de poussière.

## GW170817

Les scientifiques de LIGO avaient été surpris de ne détecter jusqu'à présent que des fusions de trous noirs massifs – des monstres de plusieurs dizaines de masses solaires témoins d'une population encore inconnue. On s'attendait plutôt à enregistrer l'effondrement de supernovæ ou la fusion de paires d'étoiles à neutrons.

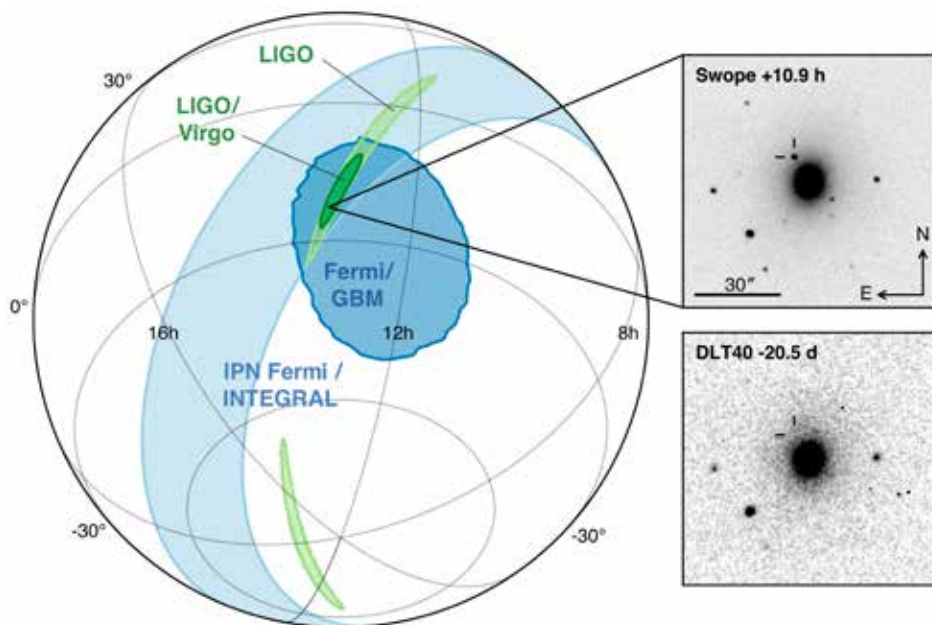
Enfin, le 17 août, les détecteurs enregistraient pour la première fois la signature que l'on attendait. Ce n'étaient plus des trous noirs mais des étoiles à neutrons qui étaient à l'origine d'un sursaut d'ondes gravitationnelles. Deux secondes plus tard, le télescope spatial gamma Fermi observait un bref flash de rayons gamma venant de la même région générale du ciel. Le télescope spatial européen INTEGRAL (International Gamma-Ray Astrophysics Laboratory) confirmait cette détection. D'une durée de deux secondes, le signal pouvait signifier la collision de deux étoiles à neutrons. Un tel événement, contrairement à la fusion de trous noirs, génère en effet une explosion d'ondes électromagné-

tiques, une « kilonova ». Une alerte a alors été lancée sur tout le globe pour tenter d'observer une contrepartie optique du phénomène.

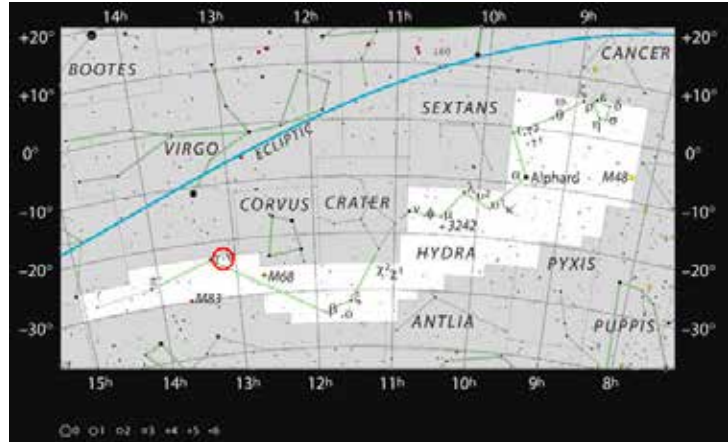
La question était de savoir où pointer les télescopes. La « boîte d'erreur » de Fermi fait quelques dizaines de degrés de diamètre et le satellite Swift qui a une meilleure précision n'avait pas détecté le flash en rayons X et ne pouvait pas apporter son aide.

Le délai entre les ondes gravitationnelles observées par le détecteur LIGO d'Hanford et celui de Livingston permettait de situer l'origine du signal dans une longue bande relativement étroite. Comme on l'espérait, cette bande croisait bien la boîte d'erreur de Fermi dans les constellation de l'Hydre et de la Vierge, mais cela laissait quand même une grande incertitude pour chercher un minuscule signal optique.

**Localisation des signaux observés par LIGO et Virgo (en vert), et par Fermi et INTEGRAL (en bleu). L'insert montre la position de la galaxie NGC4993 : en haut 11 heures après les signaux gravitationnels et gamma, en bas, trois semaines avant l'événement. (Virgo collaboration)**



*La position de la galaxie NGC 4993 est marquée d'un cercle rouge sur cette carte de l'Hydre et des constellations voisines. (ESO, IAU et Sky & Telescope)*



*La galaxie NGC4993 photographiée par le télescope spatial Hubble. En bas, trois vues de la source des ondes gravitationnelles entre le 22 et le 26 août. (NASA/ESA, A. Levan/ U. Warwick, N. Tanvir/U. Leicester, A. Fruchter, O. Fox/ STScI)*



Le troisième interféromètre, Virgo, n'avait quasiment rien détecté, mais cela devait simplement signifier que la source se trouvait dans l'une de ses taches aveugles, quatre directions de l'horizon où la sensibilité est très faible. Effectivement, l'une de ces taches coïncidait avec la zone de chevauchement entre LIGO et Fermi.

Parmi les télescopes assurant le suivi au sol figuraient le télescope d'un mètre Henrietta Swope de l'observatoire de Las Campanas, VISTA (Visible and Infrared Survey Telescope for Astronomy) et le VST (VLT Survey Telescope) installés à l'observatoire de Paranal de l'ESO, le télescope italien REM (Rapid Eye Mount) qui opère depuis l'observatoire de La Silla de l'ESO, le télescope LCO de 0,4 mètre à l'observatoire Las Cumbres, et l'américain DECam à l'observatoire Inter-américain de Cerro Tololo.

Dès que le ciel du Chili fut suffisamment noir, une dizaine d'heures après l'événement, les principales galaxies de la région ciblée furent examinées rapidement en succession par le petit télescope Henrietta Swope. La cinquième galaxie montrait un astre nouveau, un petit point lumineux qui n'existait pas sur les images de référence. Le télescope Swope fut ainsi le premier à détecter cette nouvelle source de lumière, la kilonova, à proximité directe de NGC 4993, une galaxie lenticulaire située dans la constellation de l'Hydre. Les observateurs prévinrent à leur tour les autres équipes et, durant des semaines, la petite galaxie elliptique NGC4993 devint ainsi pour un

moment l'objet le plus observé dans le ciel. Le satellite Swift qui n'avait pas décelé le flash en rayons X a pu alors se pointer vers la galaxie et il observa une source ultraviolette assez brillante, mais décroissant très vite en intensité.

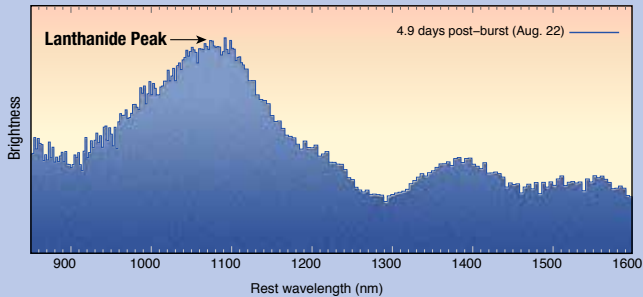
Les observations menées au moyen de VISTA ont quasi-simultanément repéré cette même source à diverses longueurs d'onde infrarouges. Au fur et à mesure que les régions occidentales du globe plongeaient dans l'obscurité, les télescopes hawaïens Pan-STARRS et Subaru l'ont à leur tour repérée et regardée évoluer rapidement.

Qu'une kilonova émette autant de rayonnement ultraviolet était inattendu. Sans doute trouvait-il son origine dans le disque éphémère d'éjecta qui avait produit le flash gamma. La matière expulsée par les jets ralentit, s'éparpille et chauffe le gaz interstellaire en donnant lieu à une luminosité rémanente s'étendant aux rayons X. Ce n'est que neuf jours après la fusion des étoiles à neutrons que le télescope spatial Chandra détecta ces rayons X. On pense qu'il a fallu ce temps pour qu'en s'élargissant, le jet touche la Terre.

***Images par SWIFT/UVOT du champ de NGC4993 en fausses couleurs correspondant à trois bandes ultraviolettes du champ de GW170817. Le 18 août, une émission UV brillante est clairement présente à l'endroit de GW170817 (figure A et zoom en C). Le 24, on ne voit quasiment plus rien (B).***  
(P.A. Evans et al. DOI : 10.1126/science.aap9580)



## Spectrum of a Kilonova



*Le spectre de la kilonova dans le proche infrarouge, cinq jours après la fusion, se révèle d'une interprétation délicate par suite des grandes vitesses qui élargissent considérablement les raies par effet Doppler. Le pic vers 1100 nanomètres provient probablement de lanthanides radioactifs produits lors de la collision des étoiles. (NASA, ESA, A. Feild/STScI, A. Levan/U. Warwick, N. Tanvir/U. Leicester, A. Fruchter, O. Fox/STScI)*

Le 22 août, le télescope spatial Hubble a commencé à obtenir des images et le spectre de la kilonova ce qui a permis d'estimer les mouvements des débris et leur composition chimique. Le spectre est exactement tel que l'imaginaient les théoriciens qui avaient étudié la fusion d'étoiles à neutrons et cela ne laisse aucun doute sur l'identification de l'émetteur des ondes gravitationnelles.

La fusion des deux étoiles fut ainsi observée dans l'entièreté du spectre électromagnétique, des ondes radio aux rayons gamma ce qui a permis aux astronomes d'élucider certains problèmes comme l'origine des éléments lourds du tableau de Mendeleïev. On a longtemps pensé que ces éléments (des « métaux » pour les astronomes) étaient fabriqués lors de l'explosion des étoiles massives, mais des travaux récents ont montré que les supernovæ sont loin de suffire à expliquer les abondances observées. Pour former ces éléments, il faut un excès de neutrons, et que peut-on trouver de mieux pour cela que des étoiles à neutrons ? L'émission visible et infrarouge de la kilonova provient essentiellement de l'échauffement produit par la désintégration des éléments lourds formés dans les débris saturés de neutrons.

L'observation de GW170817 en infrarouge montre que les débris contiennent au bas mot l'équivalent de dix fois la masse de la Terre en métaux lourds comme l'or ou le

platine, largement de quoi rendre compte de la composition de l'Univers.

Grâce à son orbite particulière, le télescope spatial infrarouge Spitzer a pu observer GW170817 plus tard que les autres et ses mesures aux grandes longueurs d'onde ont été déterminantes pour fixer l'abondance des éléments lourds.

Tout n'est pas encore bien compris dans l'événement, en particulier quel a été le résultat de la fusion des deux étoiles à neutrons. Avec une masse combinée de 2,6 fois celle du Soleil, il s'agit sans doute d'un trou noir ou d'une étoile à neutrons hypermassive, mais cette dernière hypothèse est moins probable selon nos connaissances actuelles. Jusqu'à présent, on n'a jamais observé de trou noir ou d'étoile à neutrons ayant une masse comprise entre 2 et 5 masses solaires.

Les astronomes ont été surpris de la faiblesse du sursaut gamma et du retard du signal électromagnétique par rapport aux ondes gravitationnelles. On explique les sursauts gamma par des jets de rayonnements dirigés vers la Terre, ce qui permet de les observer à de gigantesques distances, des milliards d'années-lumière. Il est vraisemblable que dans le cas de GW170817, beaucoup plus proche, les jets étaient légèrement décalés, sinon le flash aurait été bien plus intense. On doit cependant s'estimer heureux car un décalage plus grand

aurait empêché de déceler la fusion des étoiles dans le domaine électromagnétique.

D'autres explications ont été avancées.

L'explosion a pu créer un nuage de débris qui a étouffé les jets de radiation. On espère que le suivi du rayonnement radio – celui qui persiste le plus longtemps après un sursaut gamma – permettra de résoudre le problème.

Malheureusement pour les observateurs, la galaxie NGC 4993 entrain en conjonction avec le Soleil, ce qui signifie un trou de quelques semaines dans les observations.

*Formation d'une kilonova, à partir de la fusion d'une paire d'étoiles à neutrons. Le moment orbital est dissipé en ondes gravitationnelles (1). Dans les dernières millisecondes, les étoiles fusionnent et émettent un bref éclair gamma (2). Une petite partie de la matière est éjectée en un nuage radioactif (3) dont la brillance atteint un maximum une semaine après la fusion (kilonova). Le résultat de la fusion est un trou noir ou une étoile à neutrons massive (4). Des vents puissants sont émis. (NASA, ESA, and A. Feild/STScI)*

## Neutron Star Collision Creates Kilonova





*Vue d'artiste des ceintures de poussière  
autour de Proxima du Centaure.  
(ESO/M. Kornmesser)*

## ***Proxima du Centaure***

L'observatoire ALMA au Chili a permis de détecter deux ceintures de poussière autour de notre plus proche voisine, la naine rouge Proxima Centauri. On sait depuis 2006 qu'une planète de type terrestre accompagne cette étoile sur une orbite de quatre millions de kilomètres de rayon. Les deux ceintures se trouvent bien au-delà de cette planète. La première se situe entre une et quatre unités astronomiques de l'étoile. Sa masse est d'un centième de celle de la Terre. Sa température de  $-230^{\circ}\text{C}$  est comparable à celle de la ceinture de Kuiper dans le Système solaire. La seconde ceinture, dont l'existence est à confirmer, serait dix fois plus loin. Son apparence elliptique pourrait aider à estimer l'inclinaison de l'orbite de la planète en se basant sur l'hypothèse que l'anneau est bien circulaire.

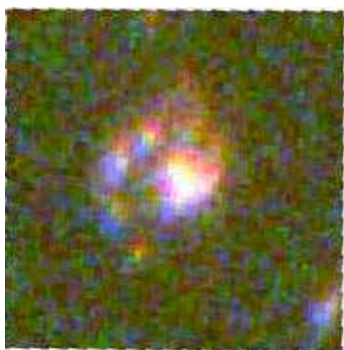
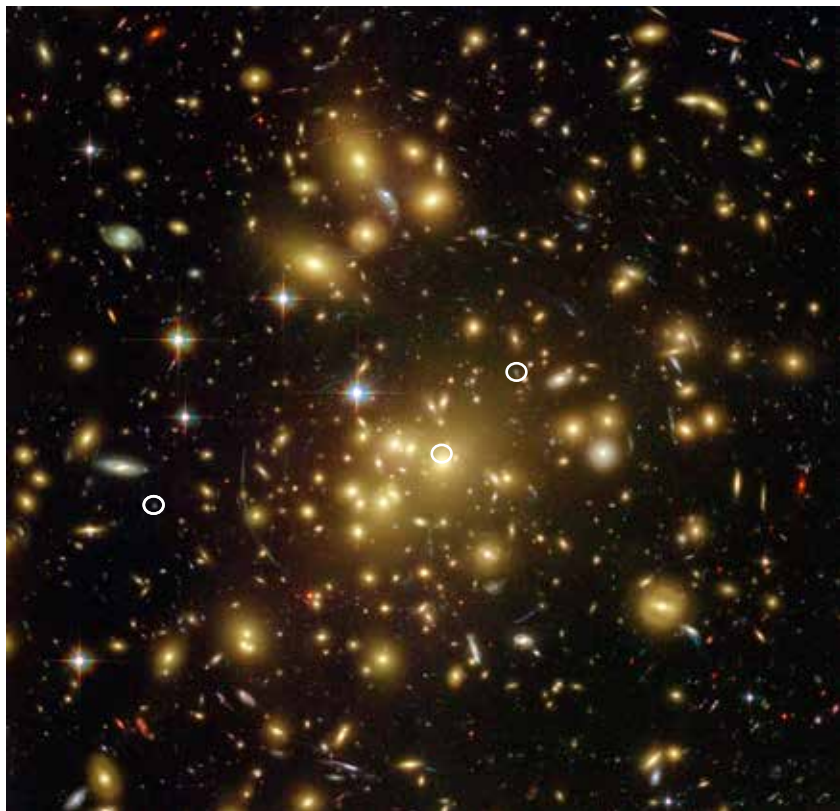
## ***A1689B11***

Le télescope Gemini North à Hawaï a révélé la plus ancienne galaxie spirale connue à ce jour. On la voit telle qu'elle existait il y a 11 milliards d'années, soit au quart de l'âge actuel de l'Univers.

Une fois de plus c'est l'aide d'une lentille gravitationnelle qui a permis de sonder le cosmos aussi profondément, en l'occurrence l'un des amas de galaxies les plus massifs connus, Abell 1689, situé dans la constellation de la Vierge.

Les galaxies spirales sont extrêmement rares dans l'Univers primitif et des observations comme celle-ci devraient lever le voile sur la formation des bras spiraux et la transformation des galaxies chaotiques en disques bien sages comme celui de la Voie lactée.

La galaxie A1689B11 fabrique des étoiles vingt fois plus vite que les galaxies actuelles, et aussi rapidement que les galaxies de même masse de son époque. Ce qui la distingue de celles-ci est son disque aplati tournant tranquillement et sans turbulence.



*L'amas de galaxies Abell 1689 produit trois images de la galaxie spirale A1689B11. L'une d'elles est noyée dans l'image d'une des galaxies brillantes du centre. Les deux zooms illustrent les déformations affectant les deux autres images.*

*(© NASA, N. Benítez/JHU, T. Broadhurst/RIPhys/The Hebrew Univ), H. Ford/JHU, M. Clampin, G. Hartig/STScI, G. Illingworth/UCO/Lick Obs, the ACS Science Team, ESA)*

## ***Matière noire***

Les amas massifs de galaxies sont maintenus principalement par la gravité de leur matière noire, celle-ci étant beaucoup plus abondante que la matière visible. Au cœur de ces amas, une galaxie géante, la BCG (Brightest Cluster Galaxy) domine les autres, après avoir avalé nombre de ses semblables. Selon les conceptions actuelles de cette matière mystérieuse la BCG devrait se trouver figée au centre de l'amas, enchaînée par l'attraction gravifique.

De nouvelles observations réalisées avec le télescope spatial Hubble et portant sur dix amas indiquent cependant que les BCG ne sont pas en leur centre de masse. Cela signifie que la densité de la matière noire au centre des amas est bien moins forte qu'on ne le pensait. L'explication de cette anomalie pourrait résider dans une interaction encore inconnue entre les particules de matière noire.

***La galaxie centrale BCG au cœur de l'amas Abell S1063. Image obtenue avec le télescope Hubble dans le cadre du projet Frontier Fields. (NASA, ESA, Lotz /STScI)***

