

L'astronomie dans le monde

Rayons cosmiques

L'analyse de quatre années de données du télescope spatial gamma Fermi confirme que les supernovæ sont d'importantes sources de rayons cosmiques. Les scientifiques ont identifié deux anciennes supernovæ dont les ondes de choc ont accéléré des protons jusqu'à pratiquement la vitesse de la lumière, les transformant ainsi en rayons cosmiques.

Depuis longtemps, les théoriciens ont soupçonné que les sources de protons étaient les explosions de supernova dans la Galaxie, ou les puissants jets de trous noirs d'autres

Image composite en plusieurs longueurs d'onde du reste de supernova IC 443 (la nébuleuse de la Méduse). Les observations gamma de Fermi sont en magenta et le domaine visible est en jaune. Les données infrarouges de l'observatoire spatial WISE sont représentées respectivement en bleu (3,4 microns), cyan (4,6 microns), vert (12 microns) et rouge (22 microns). Les boucles cyan indiquent où le reste de supernova interagit avec un nuage dense de gaz interstellaire. (NASA/DOE/Fermi LAT Collaboration, NOAO/AURA/NSF, JPL-Caltech/UCLA)



Supernova W44 & IC 443 Neutral Pion Decay Spectral Fit

Image data from ESA Herschel and XMM-Newton

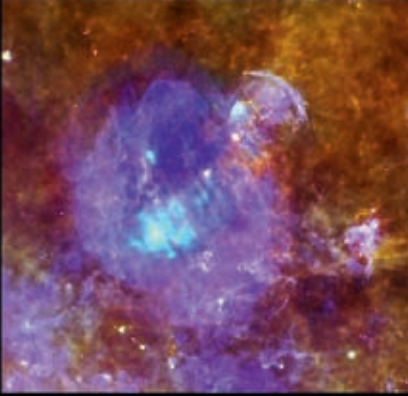
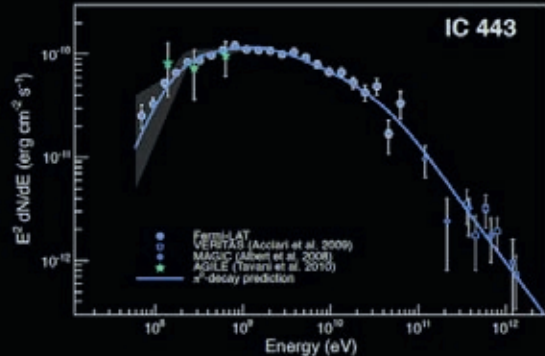
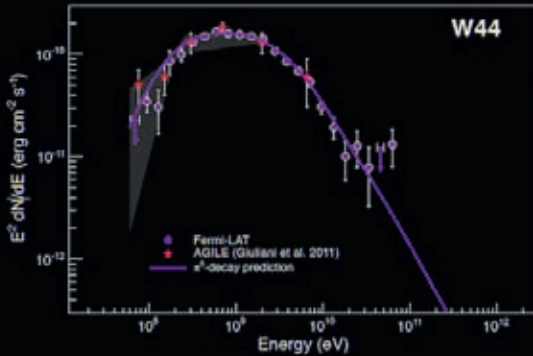


Image data Chandra X-ray, DSS Optical and VLA radio



Prouver l'accélération des protons était la clé de l'explication de l'origine des rayons cosmiques. Ces deux spectres de restes de supernovæ sont les « smoking guns » que cherchaient les astronomes. Les observations du Fermi Large Area Telescope coïncident avec les prédictions de la désintégration du pion neutre. (NASA/DOE/Fermi LAT Collaboration, Chandra X-ray Observatory, ESA Herschel/XMM-Newton)

galaxies, mais aucun de ces objets n'avaient encore été pris en flagrant délit. Au cours de leur voyage dans la Galaxie, les champs magnétiques dévient les particules chargées de leur trajectoire et nous empêchent d'en situer l'origine. Cependant divers mécanismes d'interaction peuvent créer des photons gamma

de haute énergie à partir des protons, et ces rayons gamma voyagent, eux, en ligne droite.

Les données de Fermi concernent essentiellement les deux restes de supernovæ IC443 et W44. Ces nébuleuses sont en expansion au cœur de vastes nuages interstellaires froids et denses. Les protons qui s'échappent des restes de supernovæ peuvent frapper des atomes dans les nuages froids et créer des rayons gamma.

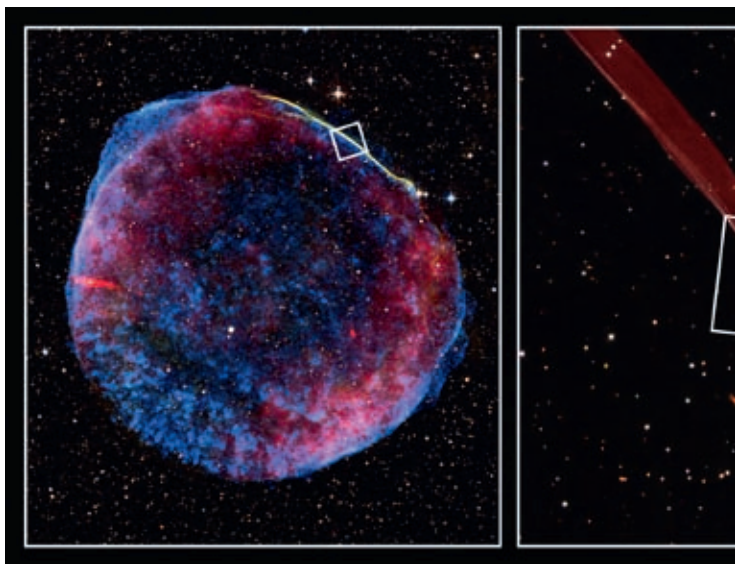
Jusqu'à présent les scientifiques ne pouvaient dire quelles particules étaient à l'origine des émissions gamma observées dans les nuages interstellaires car les électrons donnent des émissions similaires à celles des protons. Mais quatre années d'observations minutieuses ont révélé une différence essentielle, due à

une particule éphémère, un « pion » neutre, créé par les protons. Ces pions se désintègrent spontanément en une paire de rayons gamma, en produisant un spectre caractéristique – un « cutoff » – aux basses énergies. L'observation de ce cutoff par Fermi a permis de désigner les protons comme responsables des émissions de IC 443 et W44. Une première suspicion de la formation de ces pions avait déjà été soulevée récemment par le satellite italien AGILE.

Les protons emprisonnés dans le champ magnétique des restes de supernovæ subissent de légères accélérations lors des passages à répétition au travers des ondes de choc, jusqu'à ce qu'ils acquièrent une énergie capable de les éjecter de la nébuleuse comme rayons cosmiques.

Le reste de supernova IC 443, parfois appelé Nébuleuse de la Méduse, est situé à 5 000 années-lumière dans la constellation des Gémeaux et est âgé d'environ 10 000 ans. W44 est deux fois plus lointain, à environ 9 500 années-lumière dans l'Aigle et il est aussi deux fois plus vieux.

Des observations au sol ont également levé le voile sur l'origine des rayons cosmiques. Elles concernent un reste de supernova âgé, celui-ci, d'un millier d'années. Les observations ont été effectuées à l'aide du VLT de l'ESO. Pour la toute première fois, les observations indiquent la présence de particules se déplaçant à grande vitesse dans les restes de la supernova, qui pourraient être les précurseurs de ces rayons cosmiques. Au cours de l'année 1006, une nouvelle étoile est apparue dans le ciel austral et a été répertoriée dans le monde entier. Sa brillance était largement supérieure à celle de la planète Vénus et rivalisait sans doute même avec l'éclat de la Lune. Elle était si



brillante à son maximum qu'elle projetait des ombres et était visible au cours de la journée. Plus récemment, les astronomes ont localisé cette supernova et l'ont baptisée SN 1006. Ils ont également découvert un anneau de matière lumineuse en expansion dans la constellation du Loup, dans l'hémisphère austral, qui correspond aux restes de la gigantesque explosion. Les astronomes ont voulu étudier ce qui se passe à l'endroit où de la matière éjectée à grande vitesse par la supernova rencontre de la matière interstellaire stationnaire – l'onde de choc. Cette onde de choc en expansion à grande vitesse est semblable à la détonation produite par un avion se déplaçant à vitesse supersonique et constitue un candidat naturel pour un accélérateur de particules cosmiques.

Pour la première fois, les astronomes n'ont pas simplement obtenu des informations concernant la matière en un point de l'onde de choc. Ils ont également dressé une carte recensant les propriétés du gaz et leur évolution à mesure que l'onde de choc se déplace. Le tout a fourni de précieux indices nécessaires à élucider le mystère.



De nouvelles observations très détaillées des restes d'une supernova datée d'un millier d'années ont levé le voile sur les origines des rayons cosmiques. Ces observations ont été effectuées à l'aide du VLT de l'ESO.

L'image de gauche montre l'intégralité des restes de la supernova SN 1006 dans les domaines radio (rouge), X (bleu) et visible (jaune). Le second panneau, qui correspond à la petite région de forme carrée dessinée à gauche, est une vue rapprochée de l'étroite zone entourant l'onde de choc prise par le Télescope spatial Hubble du consortium NASA/ESA, où la matière issue de la supernova entre en collision avec le milieu interstellaire. Le troisième panneau montre comment l'unité intégrale de champ de l'instrument VIMOS divise l'image en plusieurs petites régions, la lumière

provenant de chacune d'elles figurant sous l'aspect d'un spectre constitué de ses différentes composantes de couleurs. Lorsque ces spectres sont analysés, des cartes de propriétés de l'objet sous-jacent peuvent être obtenues. L'exemple figuré ici à droite est une carte de l'une des propriétés du gaz (la largeur d'une raie spectrale) dont la variabilité suggère, à l'instar d'autres éléments, la présence de protons animés d'une très grande vitesse.

(ESO, Radio : NRAO/AUI/NSF/GBT/VLA/Dyer, Maddalena & Cornwell, X-ray: Chandra X-ray Observatory; NASA/CXC/Rutgers/G. Cassam-Chenaï, J. Hughes et al., Visible light : 0,9-mètre Curtis Schmidt optical telescope; NOAO/AURA/NSF/CTIO/Middlebury College/F. Winkler and Digitized Sky Survey).

Les résultats obtenus ont suscité la surprise – ils suggèrent l'existence d'une forte densité de protons se déplaçant à grande vitesse dans le gaz traversé par l'onde de choc. Bien qu'ils ne constituent pas eux-mêmes les rayons cosmiques de haute énergie recherchés, ces protons pourraient interagir avec l'onde de choc jusqu'à atteindre les hautes énergies

requises et être éjectés dans l'espace sous la forme de rayons cosmiques. C'est la première fois que nous sommes en mesure d'observer, dans le détail, ce qui se passe à l'intérieur et en marge de l'onde de choc d'une supernova. Il existe une région dont la température élevée peut s'expliquer par le fait que des protons emportent de l'énergie derrière l'onde de choc.

Le bolide de Chelyabinsk

*Basé sur des communiqués de l'ESA,
de la NASA et de RIA Novosti*

Les premiers résultats relevés après l'impact de l'astéroïde en Russie le 15 février, le plus grand depuis plus d'un siècle, deviennent plus précis. Pour l'ESA, ces informations sont d'une valeur cruciale pour le développement de stratégies de détection et d'observation d'astéroïdes.

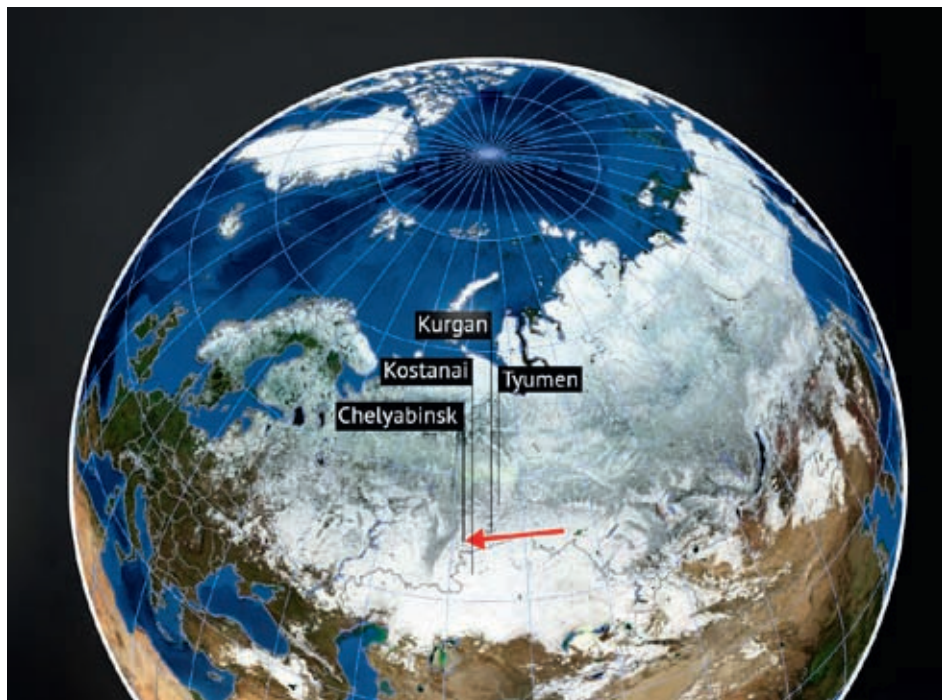
Le 15 février à 03 h 20 GMT, un objet naturel a pénétré l'atmosphère terrestre et s'est désagrégé dans le ciel de Chelyabinsk en Russie.

Les nombreux enregistrements vidéo montrent une trajectoire allant du nord-est au sud-ouest avec un angle plat de 20° au-dessus de l'horizon. La vitesse d'entrée dans l'atmosphère est estimée à 18 km/s, donc plus de 64 000 km/h.

***La flèche marque la position
de Chelyabinsk (Novosti)***

D'après les calculs de Peter Brown (University of Western Ontario, Canada) basés sur les relevés du réseau mondial CTBTO, les fréquences des ondes sonores détectées étaient extrêmement basses et l'objet avait une taille d'environ 17 m pour une masse comprise entre 7 000 et 10 000 tonnes avant d'exploser dans l'atmosphère.

Le rôle du réseau CTBTO (Comprehensive Test Ban Treaty Organization) est de repérer d'éventuelles explosions nucléaires. Les infrasons sont des ondes sonores de très basses fréquences que peuvent entendre les éléphants et quelques autres animaux. Les météorites engendrent des trains d'onde de ce genre dans l'atmosphère. En les analysant on peut estimer la durée du trajet de la météorite dans l'air, sa direction et son énergie. Le signal enregistré pour l'objet de Chelyabinsk est le plus puissant jamais détecté par le réseau. La station CTBTO la plus éloignée qui l'ait enregistré était en Antarctique, à 15 000 kilomètres.





Trainée laissée par le bolide qui a explosé au-dessus de Chelyabinsk. Ce cliché a été pris par Alex Alishevskikh environ une minute après l'explosion. (ESA)

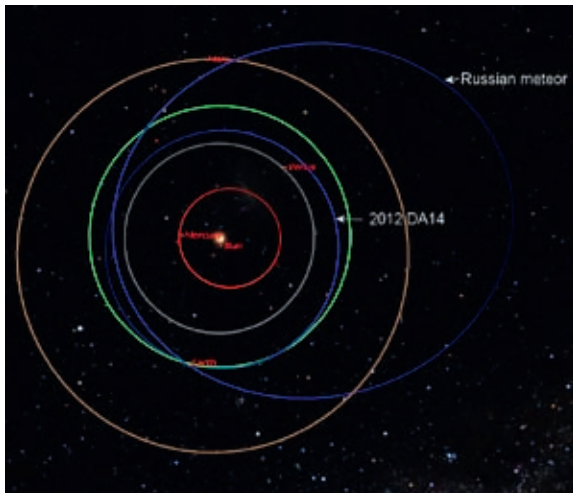
L'explosion fut d'une puissance estimée de 500 kilotonnes de TNT – ce qui correspond à environ 30 fois l'énergie libérée par la bombe atomique d'Hiroshima – et ceci à une distance de 15 à 20 km au-dessus de la surface terrestre.

Selon nos connaissances actuelles sur les objets géocroiseurs volant à proximité de la Terre, des événements d'une telle ampleur ne peuvent se répéter qu'après plusieurs décennies, voire tous les 100 ans.

Y a-t-il un lien entre cet événement et le passage prévu de l'astéroïde 2012 DA14 DVK

La trajectoire et le lieu d'entrée dans l'atmosphère ainsi que le fait qu'il y ait beaucoup de temps entre ces deux événements indiquent que l'objet qui a explosé en Russie n'est pas lié à l'astéroïde 2012 DA14 qui a survolé la terre à 19h27 TU ce même jour à seulement 28 000 km. Se basant sur plusieurs vidéos, des astronomes colombiens confirment que l'astéroïde pourrait faire partie de la famille Apollo des géocroiseurs.

De nombreux médias ont indiqué que l'onde de choc avait causé l'explosion de fenêtres et quelques dégâts aux infrastructures du centre de Chelyabinsk.



Orbite estimée de l'objet de Chelyabinsk. On y voit les orbites de Vénus, Mars et de la Terre, ainsi que celle de l'astéroïde 2012 DA14. (science@NASA)



Trajectoire finale approximative de l'objet de l'objet de Chelyabinsk, entre 18 heures TU le 14 février et 3 heures TU le 15 février. Illustration basée sur des données fournies par Peter Brown. (ESA)

Normalement, les premiers dégâts apparaissent quand la pression d'air est cinq fois supérieure à la pression normale au niveau de la mer. Un grand nombre de fenêtres peuvent se briser lorsque cette valeur est dépassée de 10 à 20 fois.

Comme l'explosion et la boule de feu se sont propagées le long d'une basse trajectoire sur l'horizon, l'onde de pression cylindrique s'est certainement étendue avec intensité directement sur le sol.

La partie finale de l'explosion s'est vraisemblablement située directement au-dessus de Chelyabinsk. Cela a été probablement la principale raison des dégâts causés par l'onde de choc.

De nombreux fragments ont dû tomber sur l'Oural. L'agence Novosti signale la récupération de débris météoritiques dans la région. Leur composition serait représentative des astéroïdes de la ceinture principale, de la pierre et un peu de fer.

Le cas récent le plus connu d'un événement similaire est sans doute celui qui a eu lieu en 1908

Débris possibles de la météorite de Chelyabinsk. Le plus gros pèse un kilo. Ils ont été trouvés dans un cratère de 8 mètres dans la région du lac Chebarkul. (RIA Novosti)

à Tougouska où une grosse météorite ou un fragment de comète avec un diamètre estimé à 40 m a explosé à une altitude de 5 à 10 km. Ce fut le plus grand « caillou spatial » ayant pénétré l'atmosphère terrestre enregistré à ce jour, bien qu'il y ait eu des impacts beaucoup plus importants d'un point de vue géologique.

L'impact de Sikhote-Aline dans l'ex-Union soviétique avait été causé par un objet ferrugineux ayant une énergie équivalente à 10 kilotonnes de TNT. Il fut alors enfoui en grande partie dans le sol le 12 février 1947 au lieu d'exploser dans l'air comme cela fut le cas à Chelyabinsk.

Le 8 octobre 2009, l'entrée d'un objet dans l'atmosphère avait provoqué une boule de feu et une onde de choc au-dessus des îles indonésiennes comparables au récent cas russe. L'énergie libérée à l'époque était d'environ 5 kilotonnes.

Les objets géocroiseurs (Near-Earth Objects, NEOs) se réfèrent à des astéroïdes ou comètes d'un diamètre allant de quelques mètres jusqu'à plusieurs dizaines de kilomètres



qui tournent autour du Soleil et dont l'orbite est proche de la Terre.

Actuellement, il y a plus de 600 000 astéroïdes connus dans notre Système solaire, dont 9 000 NEOs. Dès qu'un objet est détecté, son orbite peut être calculée et un profil individuel de risque peut être développé pour cet objet. Une liste publique contenant ces objets géocroiseurs est régulièrement mise à jour par l'ESA et peut être consultée sur le site : <http://neo.ssa.esa.int/web/guest/risk-page>.

Le programme ESA de surveillance de l'espace soutient déjà des équipes d'astronomes en Europe afin de permettre des observations continues du ciel. Bien que ces observations soient complexes et demandent des équipements de grande qualité ainsi que des astronomes ayant l'expérience nécessaire, tout revient en fait à un processus assez simple : il faut assembler des images du ciel et vérifier s'il y a des points lumineux qui se déplacent.

Ces dernières années, l'ESA a soutenu plusieurs équipes qui travaillaient dans différents observatoires et qui ont détecté plusieurs objets dont on ne connaissait pas l'existence auparavant, dont l'astéroïde 2012 DA14.

Cette participation de l'ESA n'est qu'un début et il faut vraiment se concentrer sur des stratégies de détection à long terme en augmentant nos capacités d'observation.

Dans le futur, l'ESA a pour objectif de coordonner une vaste étude au sein de son programme de la surveillance de l'espace qui s'appuie sur un réseau de télescopes automatisés d'un diamètre de 1 m. Ce système permettrait un scan complet du ciel toutes les nuits afin de détecter d'éventuels objets mobiles. Il serait capable de détecter des objets ayant la taille de celui qui a explosé en Russie la semaine dernière et cela quelques jours avant leur entrée dans l'atmosphère – à condition que leur approche soit visible dans le ciel noir.

Ce système utilisera aussi des observations faites dans l'espace pendant des missions de l'ESA comme Gaia.

Les responsables du programme de la surveillance de l'espace de l'ESA peuvent déjà assurer le financement du premier prototype

d'un tel télescope et ont obtenu le mandat des états membres de l'ESA pour commencer son développement. L'étude complète nécessite quatre à six télescopes au total.

L'astéroïde 2012 DA14

Une série de 72 images radar de l'astéroïde, chacune de 320 secondes de pose, ont été obtenues dans la nuit du 15 au 16 février par les scientifiques de la NASA grâce à l'antenne de 70 mètres du Deep Space Network de Goldstone, en Californie. L'astéroïde était déjà en train de s'éloigner, sa distance passant de 120 000 à 314 000 kilomètres. La résolution est de 4 mètres par pixel. La série couvre un intervalle d'environ huit heures et montre assez clairement un objet allongé effectuant une rotation complète. L'axe principal de l'astéroïde mesure une quarantaine de mètres.

Le radar offre un moyen puissant d'étudier la trajectoire, les dimensions et la forme d'un astéroïde ainsi que son état de rotation, son relief et sa rugosité de surface. En particulier, les mesures de distance et de vitesse permettent d'améliorer et d'extrapoler les éphémérides des astéroïdes bien plus loin que si l'on ne disposait que d'observations optiques.

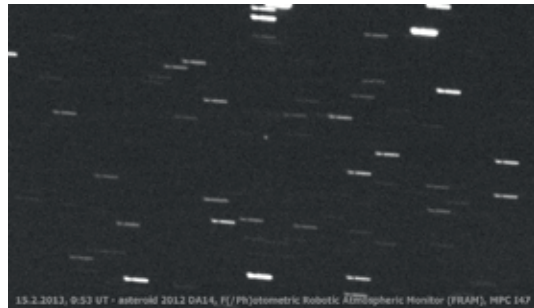


Image de 2012 DA14 (le point blanc au centre) prise par le télescope FRAM en Argentine, le 15 février à 0 h 53 TU. FRAM fait partie du réseau robotique GLORIA (GLobal Robotic-telescopes Intelligent Array) (NASA, GLORIA project/FRAM)

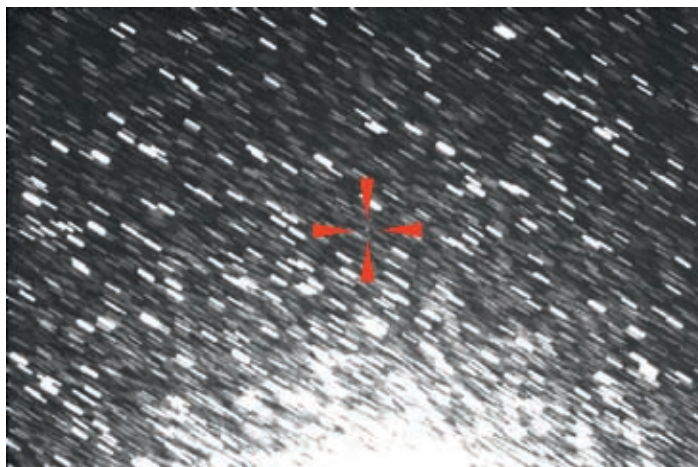
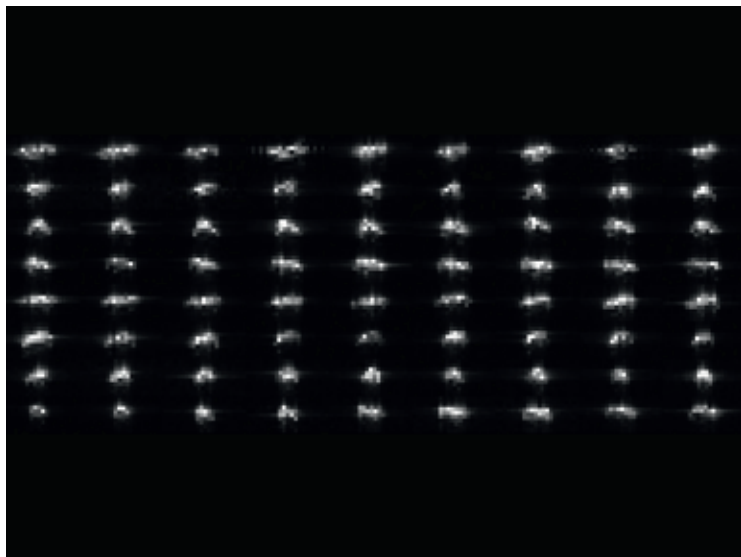
**Premières images
radar de l'astéroïde
2012 DA14 réalisées
au moyen de l'antenne
de 70 m de Goldstone.
(NASA/JPL-Caltech)**

La NASA détecte et poursuit les astéroïdes et les comètes passant près de la Terre à la fois au moyen de télescopes terrestres et spatiaux. Le programme « Near-Earth Object Observations », appelé communément « Spaceguard, » s'emploie particulièrement à déterminer lesquels d'entre eux pourraient présenter un danger pour notre planète.

Il s'agit donc d'un programme analogue au programme de l'ESA décrit plus haut. C'est d'ailleurs dans le cadre d'un programme d'observation du ciel (« La Sagra »¹⁾ financé par le programme de surveillance de l'espace de l'ESA et effectué par des amateurs, que l'astéroïde 2012 DA14 avait été découvert le 22 février 2012. Du fait de sa petite taille et de son orbite jusqu'alors inconnue, 2012 DA14 n'avait pu être détecté que parce qu'il était passé à environ sept fois la distance de la Lune.

Le bureau de l'ESA en charge de ce programme soutient un certain nombre d'équipes d'astronomes en Europe, finançant leurs

¹ du nom d'un observatoire situé au sud-est de l'Espagne, près de Grenade, à une altitude de 1 700 m. C'est un des endroits d'Europe continentale où le ciel est le plus sombre, dépourvu de pollution lumineuse.



L'astéroïde 2012 DA14 photographié par D. Herald à Murrumbateman, Australie. le 12 février. Il s'agit d'un composite de 12 poses d'une minute centrées sur l'objet. Les étoiles laissent des traînées par suite du mouvement rapide. L'astéroïde était alors en avant plan de l'amas globulaire 47 Tucanae (NASA, D. Herald)

campagnes d'observation ou leur allouant du temps d'observation sur le télescope de l'ESA implanté à Tenerife dans les îles Canaries. Le bureau leur donne également accès aux prévisions de trajectoires, aux circonstances des passages rapprochés et aux données associées au travers de son site technique <http://neo.ssa.esa.int>

L'orbite de 2012 DA14 peut maintenant être calculée assez précisément et tout risque de collision avec la Terre avant la fin du siècle peut être raisonnablement écarté.

L'astéroïde est passé au périégée vers 19h40 TU (20h40, heure civile) le vendredi soir. Bien que minuscule, il était visible en Europe avec une bonne paire de jumelles.

La découverte de 2012 DA14 a revêtu une signification particulière car cet astéroïde est typique d'une classe d'objets d'une trentaine de mètres de long dont on estime qu'il reste encore un demi-million de spécimens à découvrir.

Kepler-37b

L'une des planètes tournant autour de l'étoile Kepler-37 est à peine plus grosse que la Lune. Son diamètre n'est que le tiers de celui de la Terre. C'est la plus petite planète connue autour d'une étoile de type solaire. L'une de ses compagnes, Kepler-37c, est elle aussi plus petite que la Terre, tandis

qu'une troisième planète Kepler-37d est deux fois plus grosse qu'elle.

Détecter une planète plus petite que Mercure pose un défi aux astronomes. Il faut des observations de haute précision, avec un « rapport signal-bruit » très élevé, ce qui signifie des étoiles assez proches et un télescope tel que Kepler. Le simple fait de cette découverte suggère que les petites planètes de ce type sont très courantes.

La découverte a été réalisée dans le cadre de la mission de ce télescope spatial concernant les planètes de type terrestre situées dans la zone habitable de leur étoile. Si l'étoile Kepler-37 est bien semblable au Soleil, son système planétaire est très différent du nôtre. Les astronomes estiment que Kepler-37b n'a pas d'atmosphère et est incapable de porter une vie telle que nous la connaissons. Les trois planètes ont des orbites plus serrées que celle de Mercure et sont soumises à de très hautes températures, jusqu'à 700 K pour Kepler-37b, par exemple. Cette dernière parcourt son orbite en 13 jours et les deux autres ont des « années » de 21 et 40 jours.

Taille des trois planètes du système Kepler-37 comparée à quelques objets du Système solaire. (NASA/Ames/JPL-Caltech)



G0.253+0.016

Au centre de la Voie lactée, non loin de son trou noir supermassif, le nuage sombre G0.253+0.016 intrigue les astronomes en défiant les règles de la formation stellaire.

Ce nuage d'une trentaine d'années-lumière apparaît en silhouette dans les images infrarouges devant un fond d'étoiles et de nuages brillants. Son opacité témoigne d'une densité élevée et d'une masse qui devrait le faire s'effondrer sous sa propre gravité et former des étoiles. On pense que le nuage est 25 fois plus dense que la nébuleuse d'Orion, une région d'intense formation stellaire. Il devrait donc être encore bien plus actif. Et pourtant, on n'y trouve que quelques rares étoiles, de la plus petite espèce.

Les astronomes ont trouvé la clé du mystère. La gravité est contrecarrée par une rotation extrêmement rapide du nuage.

Cette rotation a été détectée grâce au réseau CARMA (Combined Array for Research in Millimeter-wave Astronomy), une collection de 23 radio-télescopes situés en Californie. Les astronomes ont pu mesurer la vitesse du gaz et ils ont trouvé qu'elle était dix fois plus rapide que celle trouvée habituellement dans des

nuages du même genre. En d'autres termes, le nuage est prêt à voler en éclat sous l'effet de cette rotation.

Les données CARMA ont révélé une autre surprise : le nuage renferme énormément de monoxyde de silicium (SiO), une molécule que l'on trouve normalement lorsque des cou-

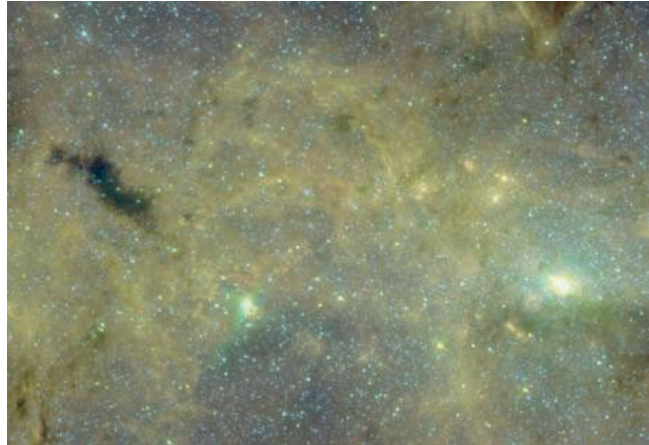
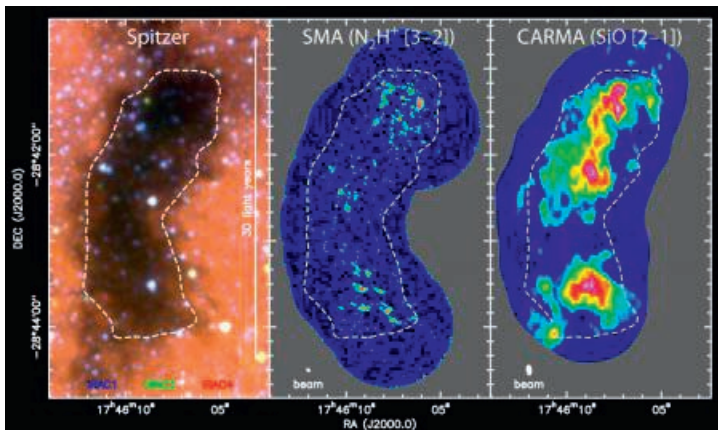


Image prise avec le télescope spatial infrarouge Spitzer montrant le mystérieux nuage sombre. Le centre galactique est le point brillant à droite. (NASA/Spitzer/Benjamin et al., Churchwell et al.)



À gauche, l'image du nuage par Spitzer. Au centre une image SMA montre l'absence de noyaux de formation stellaire. À droite l'image CARMA montre du SiO, suggérant que le nuage pourrait résulter d'une collision. (Caltech/Kauffmann, Pillai, Zhang)

rants gazeux heurtent violemment des grains de poussières, par exemple lorsque des vents d'étoiles jeunes s'enfoncent dans le nuage qui leur a donné naissance. Mais on ne trouve généralement que des traces de SiO. L'abondance notée ici suggère que l'on a affaire à la collision de deux nuages, avec des ondes de choc se propageant dans tout le volume.

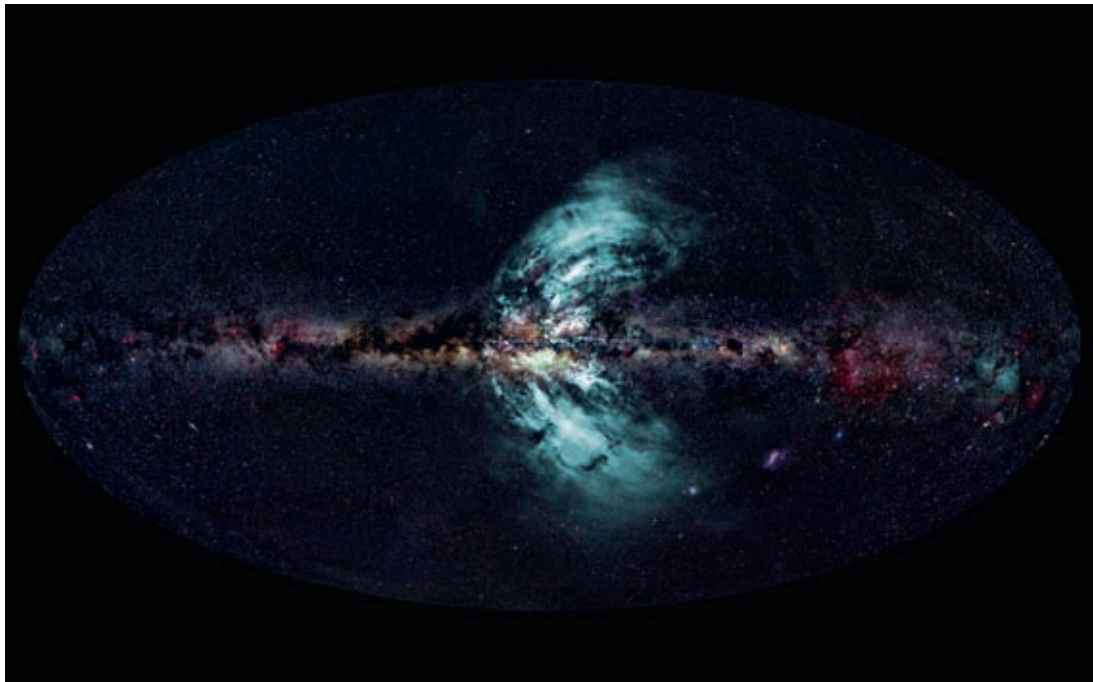
Il est possible que G0.253+0.016 finisse quand même par engendrer des étoiles dans des centaines de milliers d'années. D'ici là, cependant, son orbite serrée autour du trou noir supermassif de la Voie lactée l'aura soumis à tant d'interactions gravitationnelles ou de collisions avec d'autres nuages qu'il pourrait être disloqué. La présence d'amas d'étoiles jeunes près du centre galactique – le célèbre amas Arches, par exemple, avec 150 étoiles massives – plaide en faveur de la possibilité de formation stellaire dans des nuages tels que G0.253+0.016.

Les astronomes peuvent maintenant continuer cette passionnante recherche au moyen du plus puissant des radiotélescopes, le réseau ALMA.

Geysers galactiques

Des geysers géants de particules émis du centre de la Voie lactée ont été cartographiés par l'antenne Parkes de 64 mètres. Ils correspondent aux bulles décelées dans les hautes énergies par les télescopes spatiaux Fermi, WMAP et Planck. Les nouvelles observations indiquent que ces éjections proviennent du vent et des explosions de générations d'étoiles, et non du trou noir central.

Composite d'images dans les domaines radio et optique montrant les jets de particules émanant du centre galactique. La courbure des jets est réelle (CSIRO; S-PASS; Central Michigan University)



La distance du Grand Nuage

Basé sur un communiqué ESO

Des observations minutieuses obtenues principalement avec des télescopes de l'ESO ont permis de mesurer avec une précision inégalée la distance de notre proche voisine, le Grand Nuage de Magellan. Cette mesure améliore notre connaissance du taux d'expansion de l'univers et constitue une étape cruciale dans la compréhension de la nature de la mystérieuse énergie noire responsable de l'accélération de l'expansion.

Les astronomes évaluent l'échelle de l'univers en mesurant dans un premier temps la distance des objets les plus proches puis en les utilisant comme étalons pour évaluer des distances toujours plus grandes. La précision de cette chaîne repose donc sur les objets proches, comme le Grand Nuage de Magellan (LMC). Jusqu'à présent, la détermination de la distance précise du LMC était incertaine, mais des observations rigoureuses viennent de l'affiner considérablement en lui donnant la valeur

de 163 000 années-lumière, avec une incertitude de l'ordre de deux pour cent seulement.

Ce gain en précision dans la mesure de la distance du Grand Nuage de Magellan améliore également notre connaissance des distances de nombreuses étoiles variables du type Céphéïde. Ces étoiles brillantes et pulsantes sont utilisées comme « chandelles » standard pour mesurer la distance des galaxies plus lointaines et pour déterminer le taux d'expansion de l'univers – la constante de Hubble. Cela constitue la base du sondage de l'univers jusqu'aux galaxies les plus distantes accessibles avec les télescopes actuels. Ainsi tout gain en précision dans la distance au Grand Nuage de Magellan a des répercussions positives et immédiates sur les estimations actuelles des distances cosmologiques.

Les astronomes ont mesuré la distance du Grand Nuage de Magellan grâce à l'observation de binaires à éclipses. En observant leurs variations de luminosité, et en mesurant leurs vitesses orbitales, il est possible de déterminer les dimensions des étoiles, leurs masses, ainsi que divers paramètres orbitaux. Ces données,

combinées à des mesures précises de luminosité et de couleur, permettent de déterminer des distances extrêmement précises.

La méthode avait déjà été appliquée auparavant à des étoiles chaudes, mais cela impliquait certaines hypothèses et les distances obtenues n'étaient pas aussi précises que souhaité.



Position des 8 binaires à éclipse mesurées dans le Grand Nuage.
(© ESO)