



Astronomie dans le monde

Avalanches martiennes

Basé sur un communiqué IGP

L'analyse détaillée des données à la fois orbitales et sismologiques des deux événements sismiques les plus importants enregistrés lors de la mission InSight sur Mars (opérationnelle de fin 2018 à fin 2022) révèle une nette augmentation du nombre d'avalanches de poussière autour des deux épicentres.

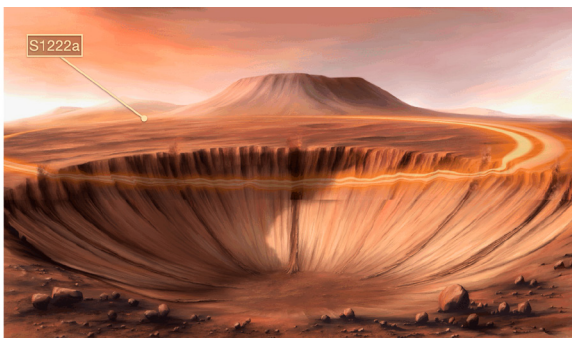
Le premier événement étudié, S1000a, est un séisme d'une magnitude locale martienne de 4,1 généré par un impact météoritique qui a eu lieu le 18 septembre 2021 et a formé un cratère d'un diamètre de 150 mètres environ. La comparaison des images orbitales avant et après cet événement montre une quantité impressionnante de nouvelles avalanches de poussière autour de l'épicentre, dans un rayon de 20 km, engendrées par une forte accélération à la surface.

Le second événement, S1222a, s'est produit le 4 mai 2022 et constitue le plus grand séisme jamais détecté sur Mars, avec une magnitude de 4,7. Localisé près du volcan Apollinaris, proche de la dichotomie crustale martienne, son épicentre est probablement

Avalanche dans la région martienne de Planum Boreum, observée en février 2008 par le MRO (Mars Reconnaissance Orbiter). (NASA)

situé à une profondeur inférieure à 20 km, bien que son énergie soit de l'ordre de 25 fois supérieure à celle du séisme S1000a. En comparant l'étude de l'ensemble des données orbitales de la Planète rouge disponibles depuis 2005 avec celle des images orbitales à haute résolution de ce second séisme, les chercheurs ont constaté que le taux d'avalanche passait de 3% (signifiant que pour 100 avalanches existantes, 3 nouvelles apparaissent au cours d'une année martienne, soit 687 jours terrestres) à 40% après le séisme pour certaines zones.

Le lien de causalité entre ce séisme et le déclenchement d'avalanches apparaît d'autant plus clair que d'une part, aucune tempête n'a eu lieu dans la période couverte par les images antérieures et postérieures au séisme et que d'autre part, les versants sur lesquels se sont formées ces avalanches ne montrent aucune orientation préférentielle, pas même celle des



vents dominants sud-nord enregistrés dans cette région.

Forts de ce résultat, les scientifiques ont ensuite cherché à affiner la localisation de l'épicentre de l'événement sismique S1222a, en se basant sur certaines lois utilisées sur Terre qui interprètent la distribution des glissements de terrain et des avalanches en fonction des épacentres des séismes qui les ont déclenchés. La position ainsi obtenue permet aux chercheurs deux interprétations différentes concernant le mécanisme à l'origine du séisme. La première théorie suggère que l'activité sismique pourrait être liée à un ancien volcan, Apollinaris Patera, bien qu'il soit peu probable qu'il soit encore actif. La seconde hypothèse suggère qu'une grande structure géologique pourrait être à l'origine du séisme, une ride de 450 km de long située juste à côté de la position épacentrale obtenue.

Ces travaux ouvrent la voie à de futures recherches, en particulier pour mieux comprendre comment l'activité sismique martienne peut influencer les processus de surface et de subsurface. Par ailleurs, cette étude montre que l'analyse des processus de surface peut nous aider à mieux comprendre les mécanismes à l'origine de la sismicité actuelle de la Planète rouge.

Illustration d'une onde sismique se propageant à partir d'un impact et atteignant un cratère où elle peut déclencher des avalanches.

(N. Sarter, A. Lucas)

2024 BX1

Basé sur des communiqués NASA/JPL et SETI

Un petit astéroïde mesurant environ un mètre s'est désintégré sans danger au-dessus de l'Allemagne le dimanche 21 janvier. Une heure et demie avant son impact sur l'atmosphère terrestre, le système d'évaluation des risques d'impact Scout de la NASA, qui surveille les données sur les découvertes potentielles d'astéroïdes, avait émis un avertissement sur l'endroit et le moment où l'astéroïde aurait un impact. C'est la huitième fois dans l'histoire qu'un petit astéroïde se dirigeant vers la Terre est détecté avant de pénétrer et de se désintégrer dans notre atmosphère.

L'impact de l'astéroïde a produit un bolide qui a été vu jusqu'en République tchèque et qui a pu disperser de petites météorites au sol sur le site d'impact, à environ 60 kilomètres à l'ouest de Berlin. L'astéroïde a été désigné 2024 BX1.

La NASA rend compte des objets géocroiseurs (NEO) de toutes tailles, avec un intérêt particulier pour les objets géocroiseurs de 140 mètres et plus qui pourraient causer

des dommages importants au sol s'ils devaient heurter notre planète. Ces objets peuvent être repérés beaucoup plus tôt que les petits objets comme 2024 BX1.

De minuscules astéroïdes comme 2024 BX1 frappent notre planète de temps en temps. Ils ne présentent aucun danger pour la vie sur Terre, mais peuvent fournir une démonstration utile des capacités de défense planétaire de la NASA, telles que le calcul rapide des trajectoires et les alertes d'impact de Scout.

L'astéroïde 2024 BX1 a été observé pour la première fois moins de trois heures avant son impact à la station Piszkéstető de l'observatoire Konkoly, près de Budapest. Ces premières observations ont été signalées au Minor Planet Center – le centre d'information

*Carte montrant où est tombé le petit astéroïde 2024 BX1, au-dessus de l'Allemagne, à environ 60 kilomètres à l'ouest de Berlin, le 21 janvier. Un système de la NASA appelé Scout a prédit l'heure et le site de l'impact à la seconde et à cent mètres près.
(NASA/JPL-Caltech)*



mondialement reconnu pour les mesures de position des petits corps du Système solaire – et automatiquement publiées sur la page de confirmation des objets géocroiseurs du centre afin que d'autres astronomes puissent faire des observations supplémentaires.

Scout, qui a été développé et exploité par le CNEOS (Center for Near Earth Object Studies) du JPL en Californie du Sud, a automatiquement récupéré les nouvelles données, en déduisant la trajectoire possible de l'objet et les chances de toucher la Terre. CNEOS calcule l'orbite de chaque objet géocroiseur connu pour fournir des évaluations des risques d'impact potentiels au Bureau de coordination de la défense planétaire (PDCO) au siège de la NASA à Washington.

Avec trois observations publiées sur la page de confirmation en 27 minutes, Scout a d'abord identifié qu'un impact était possible et que des observations supplémentaires étaient nécessaires de toute urgence. À mesure que les astronomes de toute l'Europe rapportaient de nouvelles données au Minor Planet Center, les paramètres de la trajectoire de l'astéroïde s'affinaient et la probabilité qu'il heurte la Terre a considérablement augmenté.

70 minutes après la première observation de 2024 BX1, Scout signalait une probabilité de 100 % d'impact sur la Terre et a commencé à préciser le lieu et l'heure.

L'astéroïde s'est désintégré au-dessus d'une partie du monde relativement peuplée, et de nombreuses photos et vidéos de la boule de feu ont été mises en ligne quelques minutes après l'événement.

Dès le lendemain, des fragments ont pu être récupérés. Après quelques jours on en comptait plusieurs dizaines. La recherche initiale s'est avérée difficile car, contrairement aux météorites habituelles qui ont un aspect caractéristique, ces fragments ressemblent étonnamment aux roches terrestres communes. Une fois que l'on savait ce qu'il fallait chercher, les découvertes se sont accélérées.

Pièce de météorite venant de 2024 BX1 et trouvée près du village de Ribbeck en Allemagne.
(L. Kranich, Freie Universität Berlin, Museum für Naturkunde Berlin)



Les aubrites ne ressemblent pas à ce que les gens imaginent généralement pour les météorites. Les aubrites ressemblent davantage à un granit gris et sont principalement constituées de silicates de magnésium enstatite et forstérite. Elle ne contiennent pratiquement pas de fer et la croûte vitreuse, qui constitue généralement un bon moyen de reconnaître les météorites, est complètement différente de celle de la plupart des autres météorites.

Les premiers examens d'une de ces pièces avec une microsonde à faisceau

électronique prouvent la minéralogie et la composition chimique typiques d'une achondrite de type aubrite. Ce nom vient du village d'Aubres, près de Nyons, en France, où une météorite similaire est tombée le 14 septembre 1836.

Cela souligne l'immense importance des collections pour la recherche. Jusqu'à présent, il n'y a que du matériel provenant de onze autres chutes de ce type observées dans les collections de météorites du monde entier.



Fragment de météorite de 2024 BX1. (Peter Jenniskens)

Le premier astéroïde découvert et suivi bien avant son impact sur notre planète était 2008 TC3, qui est entré dans notre atmosphère et s'est désintégré au-dessus du Soudan en octobre 2008. Cet astéroïde de 4 mètres a dispersé des centaines de petites météorites sur le désert de Nubie.

Début 2023, un autre petit astéroïde, baptisé 2023 CX1, a été détecté sept heures avant son entrée dans l'atmosphère terrestre au nord-ouest de la France. Comme pour le 2024 BX1, Scout a prédit avec précision le lieu et l'heure de l'impact.

Les relevés d'objets géocroiseurs devenant de plus en plus sophistiqués et sensibles, un plus grand nombre de ces objets inoffensifs sont détectés avant d'entrer dans notre atmosphère, offrant ainsi de véritables exercices au programme de défense planétaire de la NASA. Les détails recueillis lors de tels événements contribuent à éclairer les stratégies d'atténuation de l'agence si un objet volumineux et dangereux en route vers une collision avec notre planète était détecté à l'avenir.

Un océan pour Mimas

Basé sur un communiqué observatoire de Paris

Mimas, l'une des petites lunes de Saturne, pourrait avoir un océan global d'eau liquide sous sa surface glacée. L'apparition de cet océan remonterait à moins de 15 millions d'années.

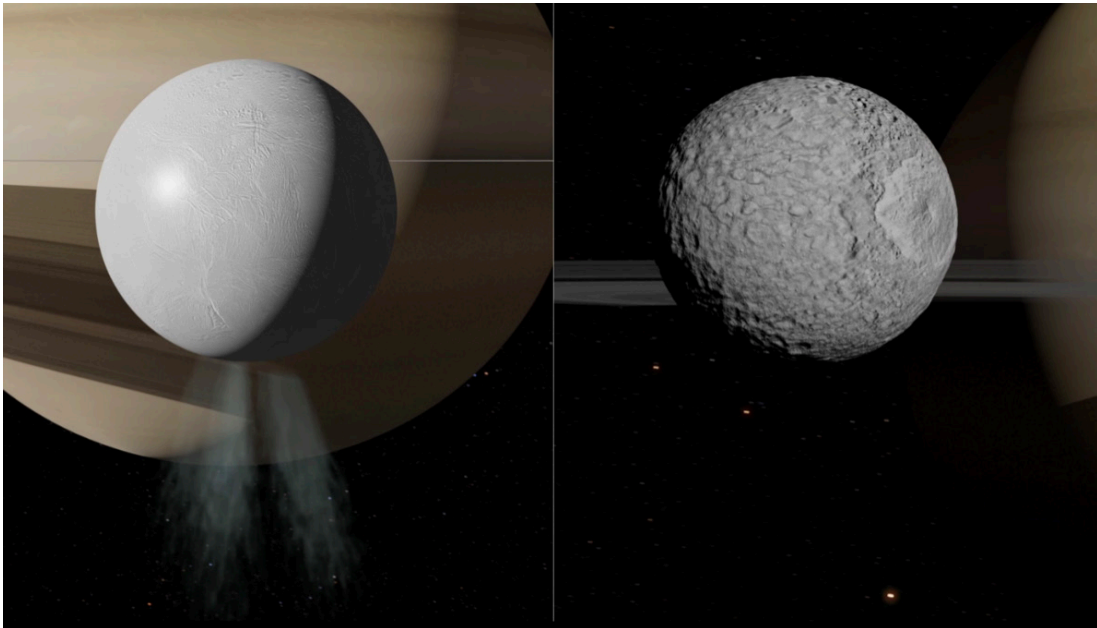
Cette découverte pourrait faire de Mimas un des mondes à privilégier pour l'étude des conditions d'apparition de la vie dans le Système solaire.

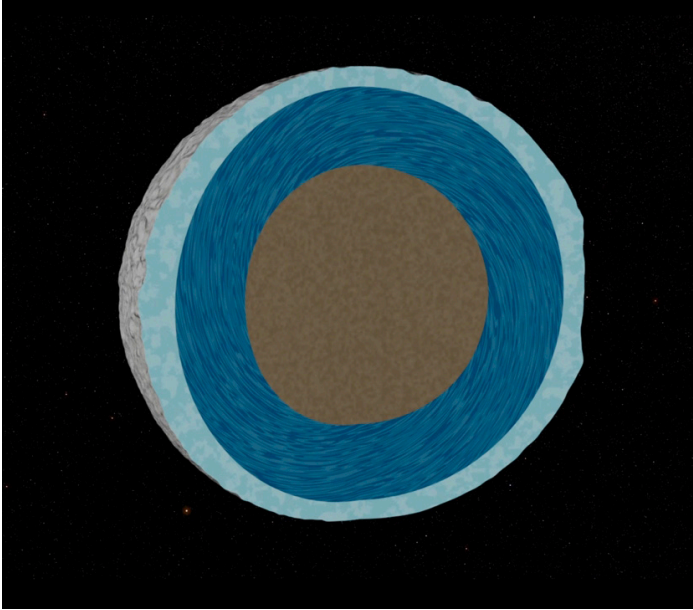
S'il y a bien un objet dans le Système solaire au sein duquel l'on ne s'attendait pas à trouver de l'eau à l'état liquide, c'est sans nul doute Mimas. À la différence de sa grande sœur Encelade, la surface de Mimas est extrêmement cratérisée et inactive, ne témoignant d'aucun signe d'activité sous sa surface. De plus, Mimas est une lune de taille modeste (de l'ordre de 400 km de diamètre), taille qui ne lui permet pas de retenir longtemps sa chaleur interne.

C'est en étudiant le mouvement de l'orbite de Mimas, grâce aux données de la sonde Cassini de la NASA, que les chercheurs sont parvenus à confirmer la présence d'un océan sous l'ensemble de la surface glacée du satellite.

Pour arriver à ce résultat, les chercheurs ont étudié l'effet de la rotation de Mimas sur son orbite. Comme la plupart des lunes proches de leur planète, Mimas présente toujours la même face à Saturne. Cette rotation est affectée par de petites oscillations, appelées

*De taille similaire et orbitant à une distance semblable autour de Saturne, les lunes Encelade (à gauche, diamètre d'environ 500 km) et Mimas (à droite, diamètre d'environ 400 km) ont des surfaces très différentes l'une de l'autre, qui semblent témoigner de conditions internes incompatibles. Pourtant, toutes deux abritent un océan d'eau liquide sous leur surface.
(F. Durillon, Animea Studio | Observatoire de Paris – PSL, IMCCE)*





Vue en coupe de l'intérieur de la lune Mimas, comprenant une coquille de glace, un océan d'eau global et un noyau de silicates. Sur la droite on voit le profil du grand cratère Herschel. (F. Durillon, Animea Studio | Observatoire de Paris – PSL, IMCCE)

librations. C'est précisément la rétroaction de ces librations sur le mouvement orbital que les chercheurs ont étudiée.

En comparant la solution issue des modèles numériques qui décrivent l'orbite de Mimas aux observations fournies par la sonde Cassini, ils ont découvert que les caractéristiques fines de l'orbite de Mimas ne peuvent s'expliquer que par la présence d'un océan global caché sous toute la surface du satellite.

De plus, en y associant les mesures directes des librations, ils ont pu déduire que l'épaisseur de la coquille de glace de Mimas est comprise entre 20 et 30 km, soit une épaisseur comparable à la coquille de glace d'Encelade.

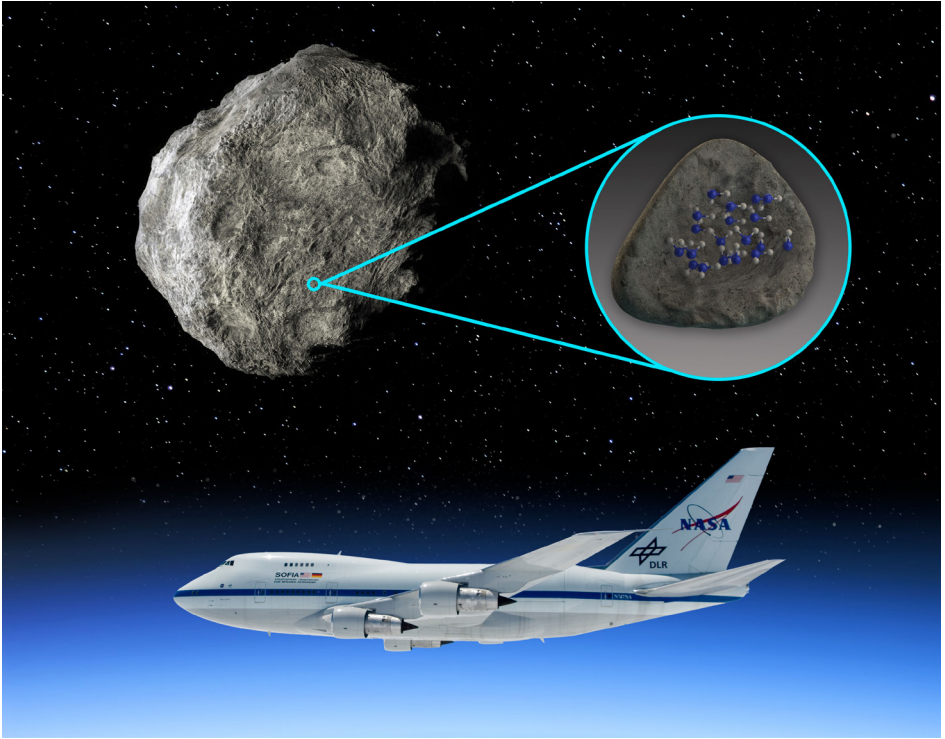
Afin de déterminer l'origine et l'âge de cet océan, les chercheurs ont modélisé les effets de marées provoqués par Saturne sur Mimas. Les calculs ont montré que la naissance de cet océan, datant seulement de 5 à 15 millions d'années, a très certainement été causée par le triplement de l'excentricité orbitale initiale de Mimas, sous l'influence

gravitationnelle de plusieurs autres lunes de Saturne. L'amorce de l'activité interne est donc tellement récente qu'elle explique la raison pour laquelle aucun signe d'activité n'a encore jamais été constaté en surface.

Mimas rejoint ainsi le club très fermé des lunes qui possèdent un océan d'eau global. C'est même la plus petite d'entre elles. La présence d'un océan sous la coquille de glace de Mimas avait déjà été suggérée par la même équipe en 2014. Elle est désormais démontrée, à l'instar des océans internes des lunes Europe et Ganymède pour Jupiter, et Encelade et Titan pour Saturne.

À la différence des autres lunes où un océan a déjà été détecté, il s'agit ici d'un nouvel océan, offrant des conditions uniques pour étudier des processus d'interaction eau-roche, tels qu'ils ont pu exister dans de nombreux corps, aux premiers instants du Système solaire.

Cette découverte en fait une cible unique pour étudier les conditions primitives d'apparition de la vie.



SOFIA détecte de l'eau sur des astéroïdes

Basé sur un communiqué SWR

Les données d'archive de l'observatoire volant Sofia montrent la présence d'eau sur les astéroïdes Iris et Massalia, et peut-être sur Parthénope et Melpomène. Les quantités trouvées sont du même ordre que celles détectées par Sofia sur la Lune.

Les scientifiques ont examiné les observations obtenues à l'aide de l'instrument FORCAST sur ces astéroïdes, riches en silicates, afin d'isoler les signatures spectrales dans l'infrarouge moyen indiquant la présence d'eau moléculaire.

Les astéroïdes sont des restes du processus de formation planétaire, leur composition varie donc en fonction de l'endroit où ils se sont formés dans la nébuleuse solaire. La répartition de l'eau sur les astéroïdes est parti-

*À l'aide des données de l'Observatoire stratosphérique d'astronomie infrarouge (SOFIA) de la NASA, les scientifiques du Southwest Research Institute ont découvert, pour la première fois, des molécules d'eau à la surface d'un astéroïde. Les scientifiques ont examiné quatre astéroïdes riches en silicates à l'aide de l'instrument FORCAST pour isoler les signatures spectrales dans l'infrarouge moyen indiquant la présence d'eau moléculaire sur deux d'entre eux.
(NASA/Carla Thomas/SwRI)*

culièrement intéressante, car elle peut éclairer la manière dont l'eau a été acheminée vers la Terre.

Des astéroïdes silicatés anhydres ou secs se forment près du Soleil tandis que des matériaux glacés fusionnent plus loin. Comprendre l'emplacement des astéroïdes et leur composition nous apprend comment les matériaux de la nébuleuse solaire ont été distribués et

Spectres SOFIA/FORCAST des quatre astéroïdes. À droite, un zoom de la zone autour de 6 microns, où se trouve une signature de l'eau.
(A. Arredondo et al, 2024; IOP)

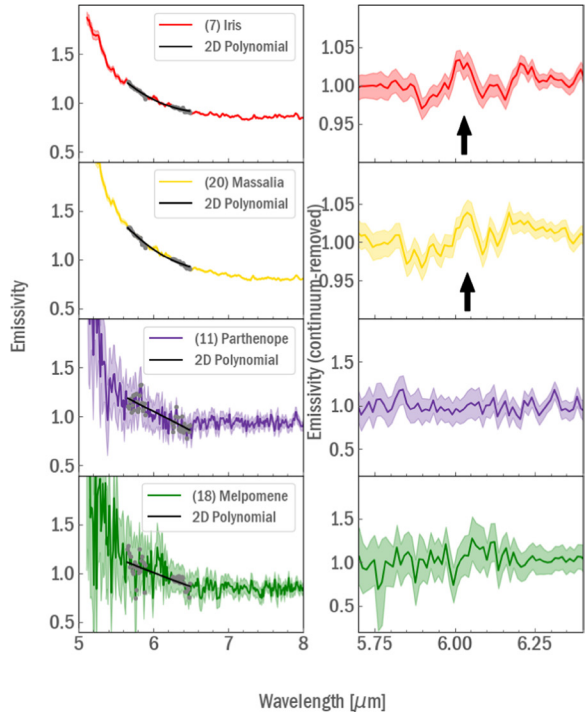
ont évolué depuis leur formation. La répartition de l'eau dans le Système solaire devrait fournir un aperçu de celle dans d'autres systèmes planétaires et, parce que l'eau est nécessaire à toute vie sur Terre, pourrait déterminer où chercher des traces de vie potentielle.

Les chercheurs s'étaient basés sur leur succès dans la découverte de l'eau sur la Lune pour tenter de retrouver cette signature spectrale sur d'autres corps. SOFIA avait en effet détecté cette molécule dans l'un des plus grands cratères de l'hémisphère sud de la Lune. Des observations antérieures de la Lune et des astéroïdes avaient détecté une certaine forme d'hydrogène, mais ne permettaient pas de distinguer l'eau de son proche parent chimique, l'hydroxyle. Les scientifiques ont détecté à peu près 350 grammes d'eau par mètre cube de sol lunaire, chimiquement liée à des minéraux.

Sur la base de l'intensité des caractéristiques spectrales, l'abondance de l'eau sur l'astéroïde est en bon accord avec celle de la Lune. De même, sur les astéroïdes, l'eau peut également être liée aux minéraux, adsorbée sur les silicates et piégée ou dissoute dans les silicates vitrifiés.

Les données de deux astéroïdes plus faibles, Parthénope et Melpomène, étaient trop « bruyantes » pour tirer une conclusion définitive. L'instrument FORCAST n'est apparemment pas assez sensible pour détecter la caractéristique spectrale de l'eau si elle est présente.

Forts de ces découvertes, les chercheurs ont fait appel au télescope spatial JWST pour étudier davantage de cibles.



▼ **SOFIA avait déjà trouvé la signature de l'eau dans le sol lunaire, dans le cratère Clavius.**
(NASA/D. Rutter)



Lune pas si sèche

Basé sur un communiqué Western University

De l'apatite (le phosphate le plus courant) a été découverte dans un échantillon de la croûte lunaire ancienne, ce qui tend à confirmer qu'elle contenait plus d'eau qu'on ne le pensait. Cela ouvre de nouvelles perspectives sur l'histoire de notre satellite qui apparaît de plus en plus complexe.

Les échantillons d'Apollo nous ont beaucoup appris, mais on estime qu'il ne représentent qu'environ cinq pour cent de la surface totale de la Lune. Dans l'attente de nouvelles missions lunaires, les seuls autres échantillons de surface dont nous disposons sont des météorites. Elles nous révèlent des étapes passionnantes de l'évolution de la Lune et élargissent nos connaissances au-delà des échantillons collectés lors des missions Apollo.

Les échantillons d'Apollo ont d'abord été supposés être pauvres en matières volatiles, ce qui avait conduit à la célèbre description de la Lune comme étant « sèche jusqu'aux os ».

En 2008, les chercheurs ont découvert la présence de quantités importantes d'eau et d'autres substances volatiles dans les billes de verre de la collection d'échantillons Apollo.

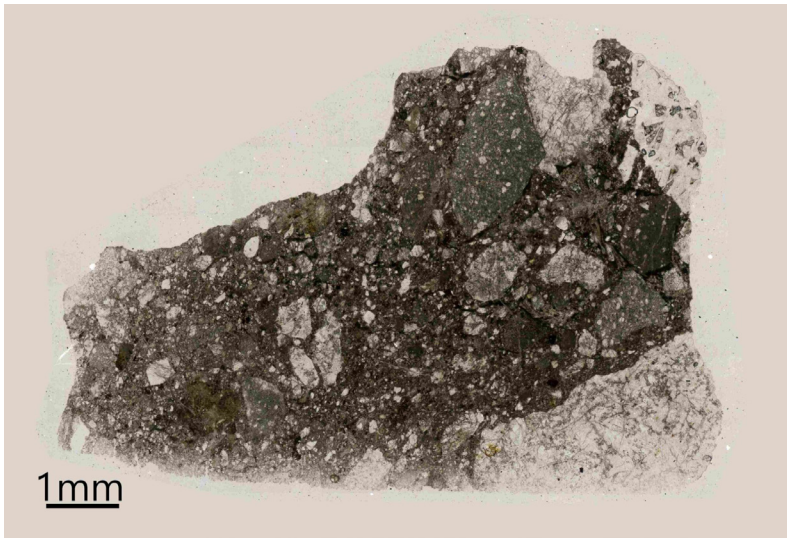
Cela a nécessité quinze années d'analyse des échantillons d'Apollo, tandis que de nouvelles météorites lunaires ont révélé que la Lune avait beaucoup plus d'eau à sa surface.

La nouvelle découverte résulte de la vérification d'un fragment de roche pour un collectionneur comme étant une météorite lunaire. Cet échantillon s'est avéré provenir de la Lune et porter une donnée essentielle sur l'eau de la Lune.

Les chercheurs se sont concentrés principalement sur le minéral apatite, qui contient des éléments volatils dans sa structure minérale. L'apatite a été trouvée dans tous les types de roches lunaires, à l'exception des perles de verre et d'un type d'anorthosites (« ferroan »). Celles-ci sont vieilles (4,5 à 4,3 milliards d'années). C'est le seul type de roche connu s'étant formé directement à partir de l'océan magmatique lunaire – lorsque la Lune était presque entièrement en fusion.

La découverte d'apatite dans ce type de roche a permis pour la première fois d'examiner directement cette étape inconnue de l'évolution lunaire.

***Échantillon lunaire ayant révélé de l'apatite
(T. Hayden, Western U.)***



Les couleurs d'Uranus et Neptune

Basé sur un communiqué University of Oxford

Pendant des décennies, depuis le survol d'Uranus et Neptune par Voyager 2, l'idée s'est répandue que les deux planètes – extrêmement similaires à bien des égards – avaient des couleurs différentes. Uranus, comme le suggéraient les images de Voyager 2, avait la jolie teinte bleu-vert d'un œuf de canard. Neptune, en revanche, semblait être d'une teinte plus sombre, lapis-lazuli.

Etant donné que les compositions atmosphériques des deux planètes sont presque identiques, la différence était surprenante. Une nouvelle analyse a révélé que celle-ci provenait du traitement des images. Uranus et Neptune sont en réalité très proches en couleur. Il y a une différence, mais elle est beaucoup plus petite qu'on ne le pensait.

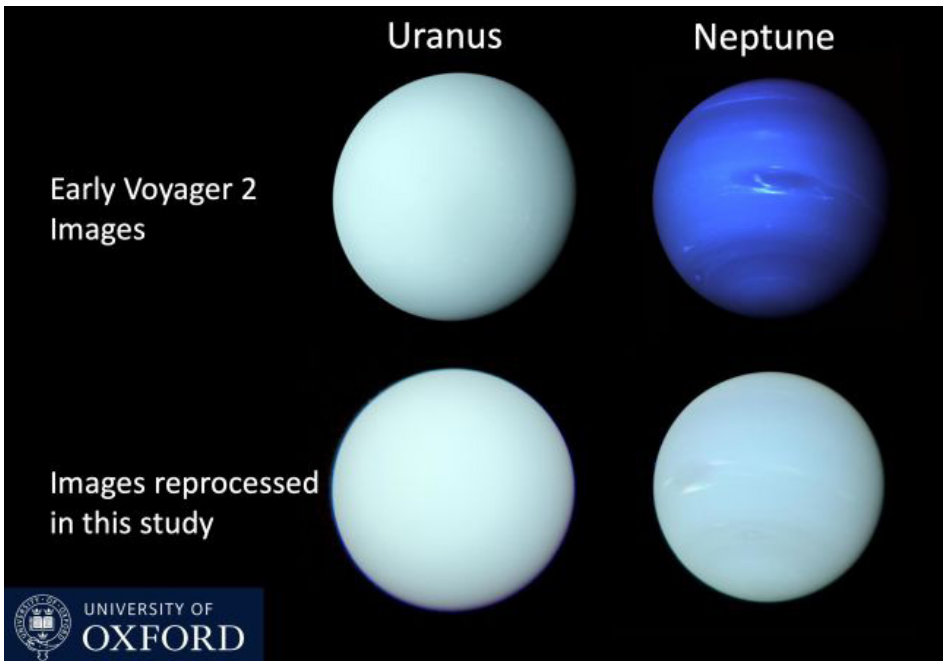
Si les images d'Uranus prises par Voyager 2 ont été publiées sous une forme proche des « vraies » couleurs, celles de Neptune ont en fait été traitées pour augmen-

ter le contraste et faire mieux apparaître des nuages. Dans le processus, elles ont été rendues trop bleues. Les astronomes le savaient, et les images ont souvent été publiées avec une explication à ce sujet, mais l'information s'est perdue au fil du temps.

Dans une étude récente, les chercheurs ont utilisé des données des spectrographes imageurs STIS du télescope spatial Hubble et MUSE du VLT de l'ESO, pour déterminer sans ambiguïté la véritable couleur des deux planètes et rééquilibrer les images couleur composites enregistrées par Voyager 2, ainsi que de précédentes images prises avec la caméra WFC3 de Hubble.

Cela a révélé qu'Uranus et Neptune sont en fait d'un bleu verdâtre assez similaire. La

*Images Voyager 2 d'Uranus et de Neptune publiées peu après les survols de Voyager 2 en 1986 et 1989, comparées à celles retraitées pour mieux représenter les vraies couleurs de ces planètes.
(Patrick Irwin)*



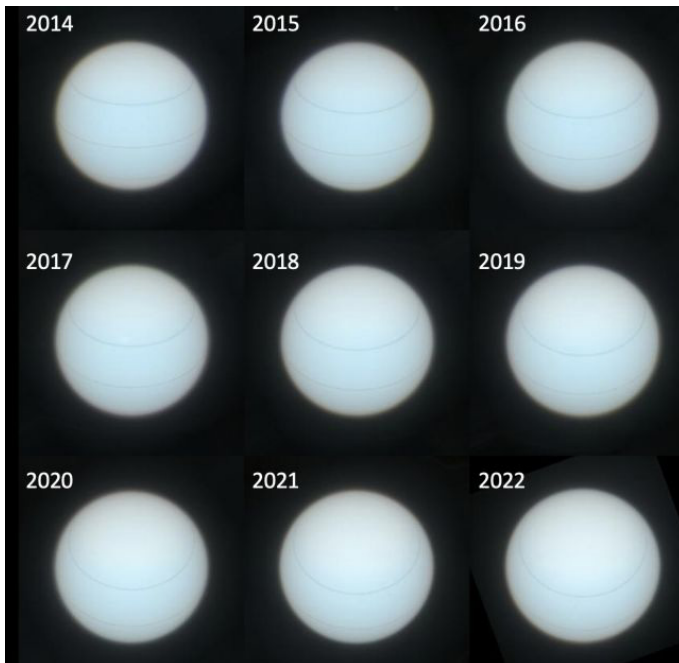
principale différence est que Neptune a une légère touche de bleu supplémentaire, que le modèle révèle comme étant due à une mince couche de brume.

L'étude explique également pourquoi la couleur d'Uranus change légèrement au cours de son orbite de 84 ans autour du Soleil. Pour le comprendre, les chercheurs ont comparé les images de la géante de glace aux mesures de luminosité, enregistrées par l'observatoire Lowell en Arizona de 1950 à 2016 aux longueurs d'onde bleues et vertes. Ces mesures ont montré qu'Uranus apparaît un peu plus verte à ses solstices (c'est-à-dire en été et en hiver), lorsque l'un des pôles de la planète est pointé vers notre étoile. Mais pendant ses équinoxes – lorsque le Soleil est au-dessus de l'équateur – sa teinte est un peu plus bleue. On sait que cela s'explique en partie par le fait qu'Uranus a une rotation fort inhabituelle : son axe est très incliné sur son orbite, de sorte qu'aux solstices de la planète, son pôle nord ou sud pointe presque directement vers le Soleil

et la Terre. Ceci est important car tout changement dans la réflectivité des régions polaires devrait avoir un impact important sur la luminosité globale d'Uranus vue de notre planète.

Ce que les astronomes comprenaient moins, c'est comment et pourquoi cette réflectivité diffère. Cela a conduit les chercheurs à développer un modèle comparant les spectres des régions polaires d'Uranus à ceux de ses régions équatoriales. Il a été constaté que les régions polaires sont plus réfléchissantes aux longueurs d'onde vertes et rouges qu'aux longueurs d'onde bleues, en partie parce que le méthane, qui absorbe le rouge, est environ deux fois moins abondant près des pôles qu'à l'équateur. Cependant, cela n'était pas suffisant pour expliquer complètement le changement de couleur, c'est pourquoi les chercheurs ont ajouté une nouvelle variable au modèle sous la forme d'une cape de brume glacée qui s'épaissit progressivement, et qui a déjà été observée au-dessus du pôle ensoleillé alors que la planète passe de l'équinoxe au solstice.

Les astronomes pensent qu'il s'agit probablement de particules de glace de méthane. Dans les simulations, la réflectivité des particules de glace augmente aux longueurs d'onde vertes et rouges aux pôles, ce qui explique pourquoi Uranus est plus verte au solstice.



Série d'images révélant la teinte changeante d'Uranus. (Irwin et al./University of Oxford)

Stardust

Basé sur un communiqué Washington University

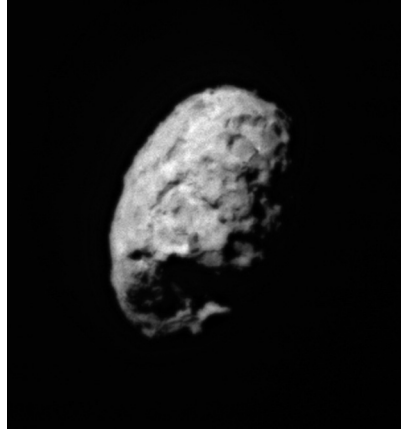
Le consensus parmi les astronomes est que les comètes sont composées de poussières primordiales, qu'elles ont échappé à l'agrégation dans des planètes et témoignent des premiers temps du Système solaire, voire du nuage pré-solaire. En lançant la sonde Stardust en 1999 vers une comète, on s'attendait à détailler cette poussière originale qui a construit le Système solaire – la « poussière d'étoiles » de Carl Sagan et Hubert Reeves.

En fait les échantillons ramenés racontent une histoire bien différente : la comète 81P/Wild 2 contient un mélange de poussières très variées, formé au gré de différents événements du début de l'histoire du Système solaire.

Stardust a collecté du matériel dans l'environnement de Wild 2, une comète qui s'est probablement formée au-delà de Neptune et qui orbite actuellement autour du Soleil entre Mars et Jupiter. Des analyses minutieuses des échantillons microscopiques montrent la présence d'éléments encore jamais observés dans les météorites, comme des assemblages inhabituels de carbone et de fer, et les précurseurs des sphérules ignées qui constituent le type de météorite le plus courant.

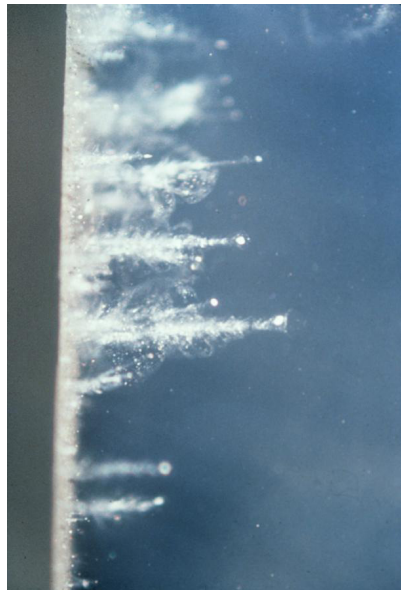
La comète a été témoin des événements qui ont façonné le Système solaire. Conservée dans le froid de l'espace pendant presque toute sa vie, elle a évité l'altération par la chaleur et l'eau observées dans les échantillons d'astéroïdes.

Après près de deux décennies, on pourrait penser que les scientifiques ont eu tout le temps d'analyser la minuscule quantité de matière renvoyée par la mission Stardust : moins d'un milligramme (un grain de sable). Mais cette matière s'est répartie en milliers de minuscules particules sur le collecteur en aérogel de la taille d'une pizza. L'extraction et l'analyse de ces grains prennent beaucoup de temps et presque chaque particule de Wild 2 est unique et a une histoire différente à raconter. La plupart d'entre elles n'ont pas encore été étudiées et réservent certainement bien d'autres surprises. Au fil du temps, les échantillons pourront être étudiés à l'aide de nouvelles techniques qui n'existaient pas au lancement de la mission.



Le noyau de la comète 81P/Wild 2 vu par la sonde Stardust le 2 janvier 2004. (NASA/JPL-Caltech)

Vue au microscope d'une coupe transversale dans un fragment d'aérogel montrant une dizaine de traces pouvant atteindre quelques millimètres de long. C'est à l'extrémité de ces traces qu'on recueille les fragments de poussières cométaires. (NASA/JPL)



Rotation de la Galaxie

Basé sur un communiqué MIT

La distribution de vitesse des étoiles de la Voie lactée indique que les étoiles périphériques du disque galactique se déplacent plus lentement que prévu par rapport à celles plus proches du centre de la galaxie. Les résultats soulèvent une possibilité surprenante : le cœur de la Voie lactée pourrait être moins massif et contenir moins de matière noire qu'on ne le pensait.

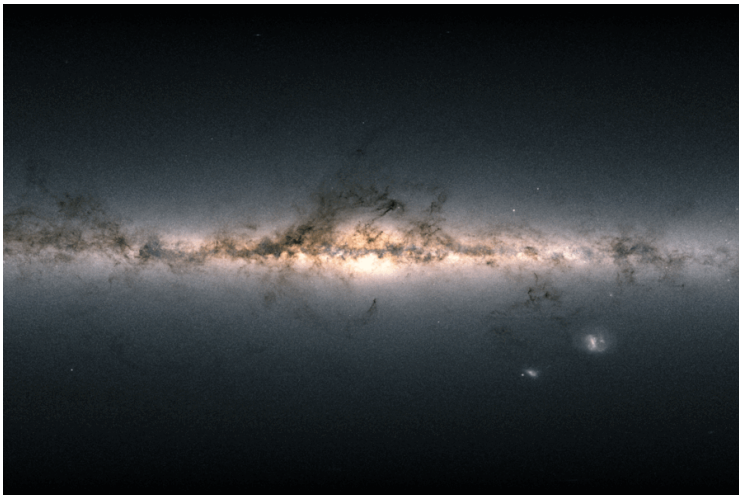
Les nouveaux résultats sont basés sur l'analyse des données Gaia et APOGEE. Gaia est un télescope spatial en orbite terrestre qui mesure la position, la distance et le mouvement de plus d'un milliard d'étoiles dans toute la Voie lactée, tandis qu'APOGEE (Apache Point Observatory Galaxy Evolution Experiment) se base sur les observations SDSS (Sloan Digital Sky Survey) menées au sol. Les astronomes ont analysé les mesures de Gaia de 33 000 étoiles, y compris certaines des étoiles les plus éloignées de la Galaxie, et ont déterminé leur vitesse dans le disque galactique. Ils ont ainsi pu tracer la vitesse de chaque étoile en fonction de sa distance et générer une courbe de rotation. La forme de cette courbe peut donner une idée de la quantité de matière visible et noire répartie dans la Galaxie.

À leur grande surprise, cette courbe est plate jusqu'à une certaine distance, puis elle commence à s'effondrer : les étoiles extérieures tournent un peu plus lentement que prévu.

L'équipe a traduit la nouvelle courbe de rotation en une distribution de matière noire qui pourrait expliquer le ralentissement des étoiles extérieures. Le résultat est un noyau galactique trop léger. Autrement dit, le centre de la Voie lactée pourrait être moins dense et contenir moins de matière noire qu'on ne le pensait.

Dans les années 1970, l'astronome Vera Rubin a été la première à observer que les galaxies tournent d'une manière qui ne peut être gouvernée uniquement par la matière visible. La mesure de la vitesse circulaire des étoiles donne des courbes de rotation étonnamment plates. La vitesse des étoiles est la même dans toute une galaxie, au lieu de diminuer avec la distance. Ils ont conclu qu'un type de matière invisible devait agir sur les étoiles lointaines et leur faire subir une attraction supplémentaire.

Les travaux de Rubin sur les courbes de rotation ont été l'une des premières preuves solides de l'existence de la matière noire, une entité invisible et mystérieuse dont on estime



Une étude menée par des physiciens du MIT suggère que le noyau gravitationnel de la Voie lactée pourrait être plus léger en masse et contenir moins de matière noire qu'on ne le pensait. (ESA/Gaia/DPAC, IT News)

qu'elle dépasse en masse toutes les étoiles et autres objets visibles de l'Univers.

Depuis lors, les astronomes ont observé des courbes plates similaires dans des galaxies lointaines, confirmant ainsi la présence de matière noire. Ce n'est que récemment que les astronomes ont tenté de tracer la courbe de rotation des étoiles dans notre propre galaxie. Il est en effet plus difficile de mesurer une courbe de rotation lorsque l'on est assis à l'intérieur de la galaxie en question,

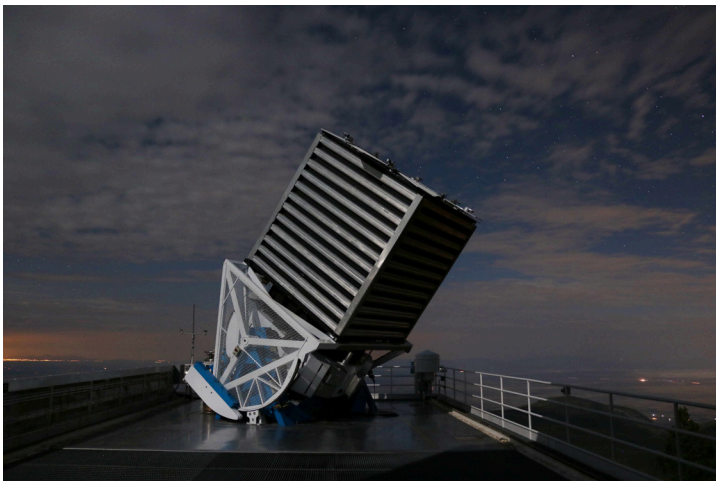
En 2019, les données Gaia avaient permis de constater que la courbe de rotation de la Voie lactée semblait être plate, bien qu'avec un léger déclin, semblable à celle d'autres galaxies lointaines, et par déduction, la Galaxie contenait probablement une forte densité de matière noire en son noyau. Mais cette vision a changé lorsque le télescope a publié un nouveau lot de données, incluant cette fois des étoiles situées jusqu'à 30 kiloparsecs du noyau de la Galaxie, soit près de 100 000 années-lumière. Personne n'avait encore exploré ces régions externes.

Les astronomes ont alors profité de nouvelles données Gaia pour étendre cette courbe de rotation. Pour affiner leur analyse, ils ont complété les données de Gaia avec celles d'APOGEE, l'expérience qui mesure les propriétés extrêmement détaillées de plus

de 700 000 étoiles de la Voie lactée, telles que leur luminosité, leur température et leur composition élémentaire. Un algorithme leur a alors permis d'obtenir de meilleures estimations de la distance des étoiles, même très éloignées.

Les chercheurs ont établi les distances précises de plus de 33 000 étoiles et ont utilisé ces mesures pour générer une carte tridimensionnelle des étoiles dispersées à travers la Voie lactée jusqu'à environ 30 kiloparsecs. C'est ainsi qu'ils ont pu constater que les étoiles situées à la périphérie semblent voyager trop lentement. Lorsque l'on traduit cette courbe de rotation en quantité de matière noire qui doit exister dans toute la Galaxie, on voit que le noyau de la Voie lactée pourrait contenir moins de matière noire que ce qui était estimé précédemment.

Ce résultat est en contradiction avec d'autres mesures. En comprendre la nature aura de profondes répercussions. Cela pourrait conduire à postuler la présence de davantage de masse cachée juste au-delà du bord du disque galactique, ou à reconsidérer l'état d'équilibre de notre galaxie. Les scientifiques espèrent trouver de nouveaux arguments dans les travaux futurs et en utilisant des simulations à haute résolution de galaxies semblables à la Voie lactée.



*Le prolifique
télescope du SDSS
situé à l'observatoire
d'Apache Point au
Nouveau-Mexique,
USA.
(P. Gaulme, SDSS)*

SN 2022jli

Basé sur un communiqué ESO

Des astronomes ont découvert un lien direct entre la mort explosive d'étoiles massives et la formation des objets les plus compacts et les plus énigmatiques de l'Univers : les trous noirs et les étoiles à neutrons. Avec l'aide du Very Large Telescope (VLT) et du New Technology Telescope (NTT) de l'ESO, ils ont pu observer les conséquences de l'explosion d'une supernova dans une galaxie voisine et trouver les indications essentielles sur le mystérieux objet compact qu'elle a laissé derrière elle.

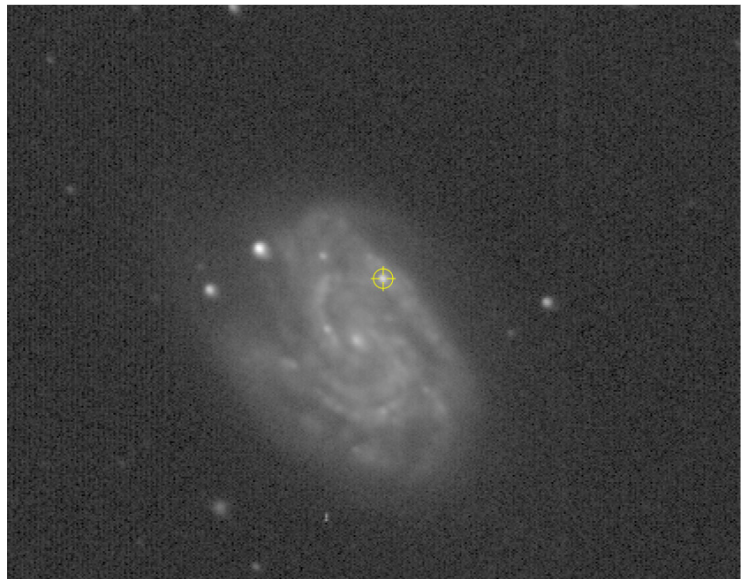
Lorsque les étoiles massives atteignent la fin de leur vie, elles s'effondrent sous l'effet de leur propre gravité et explosent en supernovæ. Les astronomes pensent qu'il ne reste alors que le noyau ultra-dense de l'étoile. En fonction de la masse de l'étoile, ce vestige compact sera une étoile à neutrons – un objet si dense qu'une cuillère à café de sa matière pèserait environ mille milliards de kilogrammes sur Terre –, ou un trou noir – un objet dont rien, pas même la lumière, ne peut s'échapper.

Les astronomes ont trouvé de nombreux indices en faveur de cette chaîne d'événements, comme la découverte d'une étoile à neutrons dans la nébuleuse du Crabe, le nuage de gaz laissé par l'explosion d'une étoile il y a près d'un millier d'années. Mais ils n'avaient encore jamais observé ce processus en temps réel et il manquait donc la preuve directe d'une supernova laissant derrière elle un vestige compact.

Un nouveau travail établit ce lien. Les chercheurs ont eu de la chance en mai 2022, lorsqu'un astronome amateur a découvert la supernova SN 2022jli dans le bras spiral de la galaxie NGC 157, une « voisine » distante seulement de 75 millions d'années-lumière. Ils se sont penchés sur les conséquences de cette explosion et ont découvert quelques particularités.

Après l'explosion, la luminosité de la plupart des supernovæ s'estompe simplement avec le temps ; les astronomes observent un déclin progressif de la « courbe de lumière » de l'explosion. Mais le comportement de SN 2022jli est singulier : lorsque la luminosité globale diminue, elle ne le fait pas de manière

***La supernova SN 2022jli
dans NGC 157
photographiée le 3 juillet
2022 par le ZTF.
(NASA/JPL-Caltech/ZTF)***



régulière, mais oscille au contraire avec une périodicité d'environ 12 jours. C'est la première fois que des oscillations périodiques, répétées sur de nombreux cycles, sont détectées dans la courbe de lumière d'une supernova.

Les chercheurs pensent que la présence de plus d'une étoile dans le système SN 2022jli pourrait expliquer ce comportement. En effet, il n'est pas rare que des étoiles massives soient dans des systèmes binaires, et l'étoile à l'origine de SN 2022jli ne fait pas exception à la règle. Ce qui est remarquable dans ce système, c'est que la compagne semble avoir survécu à la mort violente de sa partenaire et que les deux objets ont probablement continué à tourner l'un autour de l'autre.

Des émissions périodiques d'hydrogène et de rayons gamma ont été observées grâce à toute une série d'instruments au sol et dans l'espace, notamment le spectrographe de moyenne résolution X-shooter couvrant une large plage de longueurs d'onde et installé sur le VLT de l'ESO.

Les astronomes s'accordent à dire que, lorsque l'étoile compagne interagit avec la matière projetée lors de l'explosion de la supernova, son atmosphère riche en hydrogène devient plus dense. Ensuite, lorsque l'objet compact résiduel traverse l'atmosphère de

sa compagne, il lui dérobe de l'hydrogène et s'entoure d'un disque de matière chaude. Ce processus périodique de capture puis d'accrétion de matière produit beaucoup d'énergie qui se manifeste dans les observations sous la forme de changements réguliers de luminosité.

La lumière provenant de l'objet compact lui-même n'a pas pu être observée mais on pense que ce processus ne peut être dû qu'à une étoile à neutrons, ou peut-être à un trou noir, qui aspire la matière de l'atmosphère gonflée de l'étoile compagne.

La présence d'un trou noir ou d'une étoile à neutrons étant confirmée, il reste encore beaucoup à découvrir sur ce système

Cette vue d'artiste montre le processus par lequel une étoile massive au sein d'un système binaire devient une supernova. Cette série d'événements s'est produite dans la supernova SN 2022jli et a été révélée aux chercheurs par des observations réalisées avec les télescopes VLT et NTT de l'ESO. Lorsqu'une étoile massive explose en supernova, elle laisse derrière elle un objet compact. L'étoile compagne a survécu à l'explosion. Les passages de l'objet compact dans l'atmosphère étendue de l'autre étoile entraînent des fluctuations périodiques de luminosité.
(ESO/L. Calçada)





énigmatique, notamment la nature exacte de l'objet compact ou le sort qui pourrait être réservé à ce système binaire.

Les télescopes de nouvelle génération, tels que l'Extremely Large Telescope de l'ESO, dont la mise en service est prévue pour la fin de la décennie, y contribueront en permettant aux astronomes de révéler des détails sans précédent sur ce système unique.

NGC 157 vue par l'instrument HAWK-I du VLT de l'ESO à l'observatoire de Paranal au Chili. Les capacités infrarouges de HAWK-I permettent de voir à travers les gaz et la poussière qui obscurcissent normalement la vue. Cela donne aux astronomes la possibilité d'étudier des zones denses de formation d'étoiles. NGC 157, de magnitude d'environ 11, est située dans la constellation de la Baleine. (ESO)

Galaxies par le JWST

Basé sur un communiqué NASA

Seul le télescope spatial James Webb (JWST) peut fournir des scènes très détaillées de nos voisines galactiques dans l'infrarouge proche et moyen – et une série de ces images viennent d'être rendues publiques.

Ces images Webb font partie d'un vaste projet de longue date, le programme PHANGS (Physics at High Angular resolution in Nearby GalaxieS). Avant que Webb ne prenne ces images, PHANGS regorgeait déjà de données provenant du télescope spatial Hubble, du spectro-imageur MUSE du VLT de l'ESO, et du grand réseau (sub-)millimétrique ALMA. Ces données couvraient les domaines ultraviolet, visible et radio. Les contributions du JWST dans l'infrarouge proche et moyen ont fourni plusieurs nouvelles pièces du puzzle.

Ces images de Webb sont extraordinaires, même pour les chercheurs qui étudient ces galaxies depuis des décennies. Les structures sont résolues jusqu'aux détails les plus fins et racontent le cycle de formation des étoiles.

La caméra NIRCam (Near-Infrared Camera) de Webb met en évidence les étoiles (en bleu dans ces images), éparpillées ou groupées en amas. Les données MIRI (Mid-Infrared Instrument) montrent, quant à elles, la poussière rougeoyant autour des étoiles et dans l'espace interstellaire. Elles révèlent également les étoiles qui ne sont pas encore complètement formées, encore enfermées dans le gaz et la poussière qui nourrissent leur croissance. Elles peuvent apparaître comme des points rouge vif au sommet de pics poussiéreux. C'est là que l'on peut trouver les étoiles les plus jeunes et les plus massives des galaxies.

Autre chose qui a étonné les astronomes : les images du JWST montrent de grandes coquilles sphériques dans le

gaz et la poussière. Ces cavités pourraient avoir été creusées par l'explosion d'une ou plusieurs étoiles.

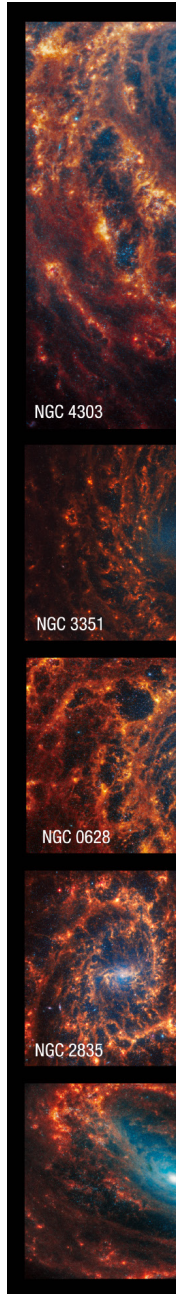
Les zones étendues, rouges et orange, qui soulignent les bras spiraux ont tendance à suivre le même schéma dans certaines parties des galaxies. Les astronomes les expliquent comme des vagues, et leur espacement est révélateur de la façon dont une galaxie distribue son gaz et sa poussière. L'étude de ces structures fournira des informations clés sur la manière dont les galaxies construisent, maintiennent et arrêtent la formation d'étoiles.

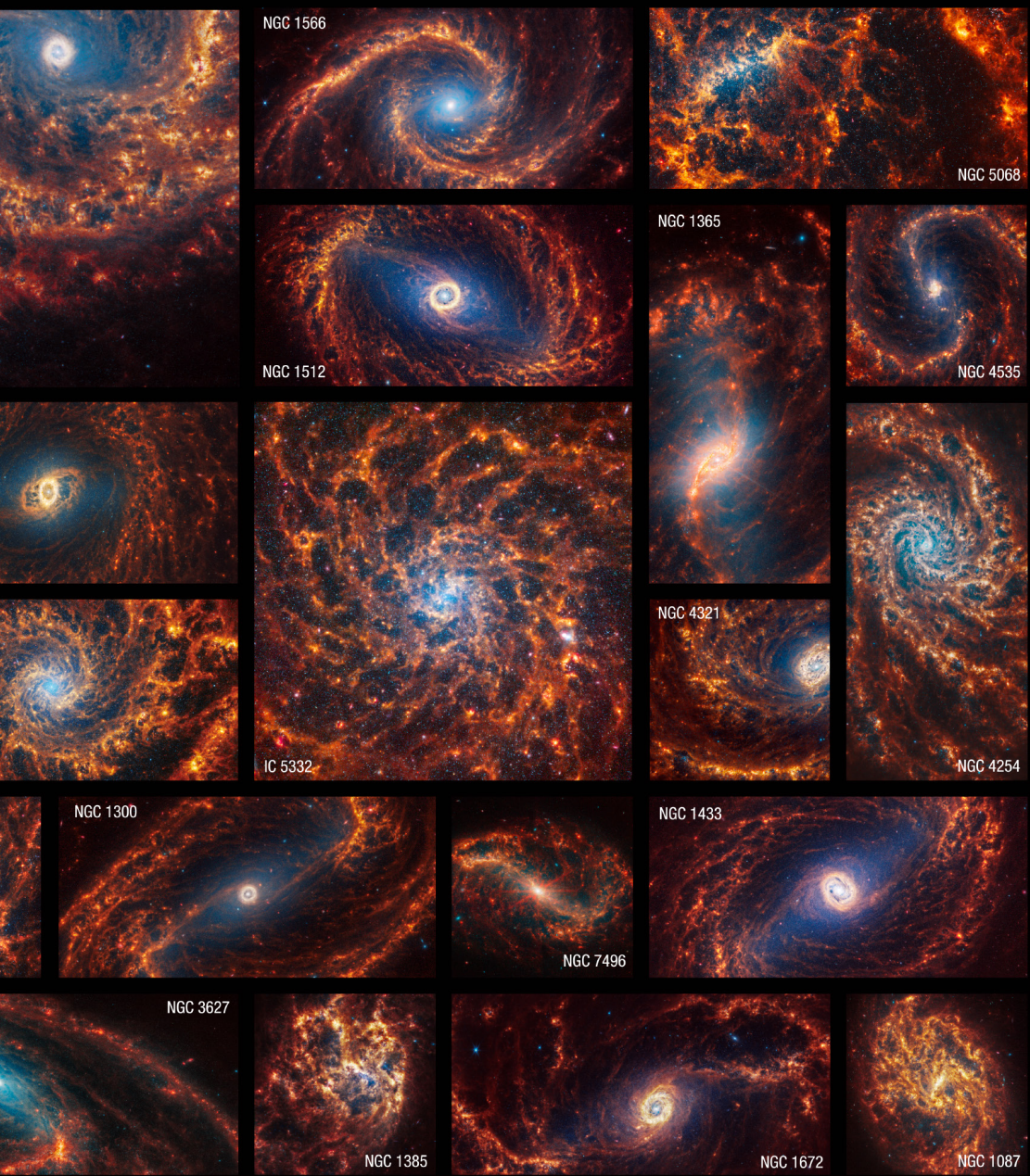
Les galaxies se développent de l'intérieur vers l'extérieur : la formation des étoiles commence au cœur des galaxies et s'étend le long de leurs bras, en s'éloignant du centre en spirale. Les zones proches des noyaux qui apparaissent en bleu ont des populations anciennes. Plus on s'en éloigne et plus les étoiles sont jeunes.

Quant aux pointes de diffraction roses et rouges dans le noyau de galaxies, il est probable qu'elles marquent des trous noirs supermassifs, mais il pourrait aussi s'agir d'amas d'étoiles si brillants qu'ils saturent le détecteur.

Il existe de nombreuses voies de recherche que les scientifiques peuvent commencer à explorer avec les données combinées de PHANGS, mais le nombre sans précédent d'étoiles résolues par le JWST constitue un excellent point de départ. En cataloguant avec précision tous les types d'étoiles, les astronomes pourront construire une vision plus fiable et plus globale de leurs cycles de vie.

En plus de publier immédiatement ces images, l'équipe PHANGS a également constitué un catalogue comprenant environ 100 000 amas d'étoiles. L'éventail des analyses qui peuvent être effectuées avec ces images dépasse ce qu'une seule équipe pourrait gérer, et demandera les efforts de toute la communauté astronomique.





Images JWST de 19 galaxies spirales proches, obtenues dans le cadre du programme PHANGS. (NASA, ESA, CSA, STScI, J. Lee /STScI, T. Williams/Oxford, PHANGS Team, E. Wheatley/STScI)



La galaxie spirale NGC 1566 vue par le télescope spatial JWST. Une photo de la même spirale prise par Hubble est en couverture de ce bulletin.

Les images de Webb et Hubble montrent un contraste saisissant. Les observations du JWST combinent l'infrarouge proche et moyen, alors que Hubble montre le visible et l'ultraviolet.

La poussière absorbe la lumière ultraviolette et visible, puis la ré-émet dans l'infrarouge. Dans les images du JWST, nous voyons de la poussière briller en lumière infrarouge alors que ces mêmes régions apparaissent en sombre pour Hubble car la lumière des étoiles est absorbée par la poussière. (NASA, ESA, CSA, STScI, J. Lee/STScI, T. Williams/Oxford, R. Chandar/UToledo, D. Calzetti/UMass, PHANGS team)

HL Tauri

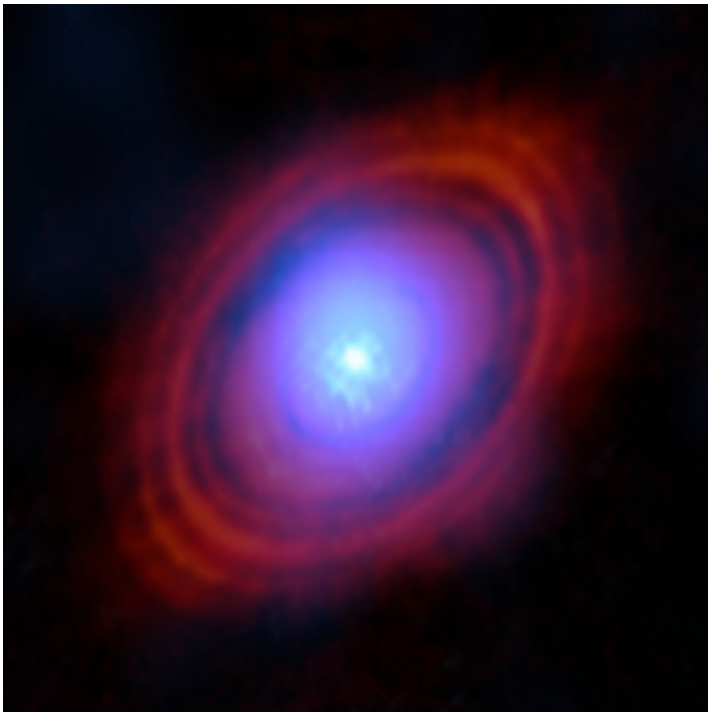
Basé sur un communiqué ESO

Une équipe internationale, comprenant des Liégeois, a utilisé le réseau ALMA pour découvrir de la vapeur d'eau dans le disque protoplanétaire entourant HL Tauri, une étoile jeune de type solaire située à 450 années-lumière dans la constellation du Taureau.

Les observations à haute résolution spatiale ont donné la répartition de l'eau dans différentes régions du disque. Une quantité importante a été trouvée à différentes distances de l'étoile, y compris dans une « division » connue du disque de HL Tauri. De telles divisions sont dues aux nouvelles planètes en orbite qui accumulent de la matière et se développent. Cela suggère que cette vapeur d'eau pourrait affecter la composition chimique des planètes qui se forment dans ces régions. Les astronomes pensent que là où il fait suf-

fisamment froid pour que l'eau gèle sur les particules de poussière, celles-ci s'agglutinent plus efficacement – un endroit idéal pour la formation de planètes.

Observer l'eau avec un télescope terrestre n'est pas une mince affaire, car l'abondante vapeur d'eau présente dans l'atmosphère terrestre dégrade les signaux astronomiques. ALMA est un réseau de télescopes situé dans le désert chilien d'Atacama, à environ 5000 mètres d'altitude. Il a été construit dans un environnement élevé et sec, spécialement pour minimiser cette dégradation et offrir des conditions d'observation exceptionnelles. À ce jour, ALMA est la seule installation capable de résoudre spatialement la présence d'eau dans un disque froid de formation de planètes. Dans cette étude, l'équipe a observé trois raies spectrales de l'eau dans les deux gammes de fréquences du récepteur pour cartographier le gaz à différentes températures dans le disque.



Les astronomes ont découvert de la vapeur d'eau dans le disque entourant une étoile jeune, à l'endroit précis où des planètes pourraient se former. Sur cette image, les nouvelles observations d'ALMA montrent la vapeur d'eau en bleu. Près de l'étoile, l'environnement est plus chaud et le gaz plus brillant. Les anneaux de couleur rouge sont des observations antérieures d'ALMA montrant la répartition de la poussière autour de l'étoile. (ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)/S. Facchini et al.)

Bételgeuse

Basé sur un communiqué MPA

Bételgeuse, la supergéante rouge bien connue de la constellation d'Orion, a récemment attiré beaucoup l'attention, non seulement parce que les variations de sa luminosité ont conduit à des spéculations sur l'imminence d'une explosion, mais également parce que les observations ont indiqué qu'elle tournait beaucoup plus vite que prévu. Cette dernière interprétation est remise en question.

Bételgeuse est l'une des plus grandes étoiles connues. Avec un diamètre supérieur à un milliard de kilomètres, elle est près de mille fois plus grande que le Soleil. Placée au centre du Système solaire, elle engloutirait la Terre et son atmosphère atteindrait Jupiter. Une étoile aussi grande n'est pas censée tourner vite. Au cours de leur évolution, la plupart des étoiles se dilatent et ralentissent pour conserver leur moment cinétique. Cependant, des observations récentes suggèrent que Bételgeuse tourne à 5 km/s, deux ordres de grandeur plus vite

que ce que l'on attend d'une étoile de ce type. Cela pourrait s'expliquer si Bételgeuse avait avalé un compagnon qui tournait autour d'elle.

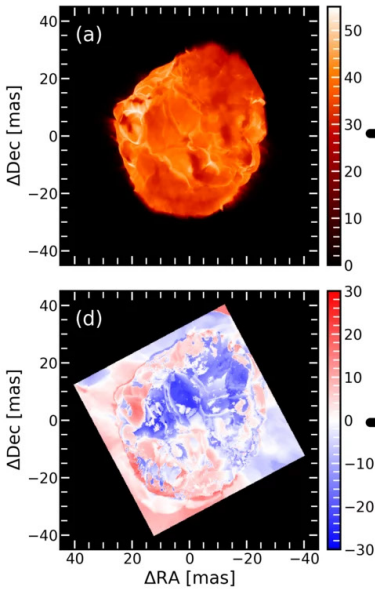
La preuve la plus importante de la rotation de Bételgeuse est venue du réseau ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array). Les 66 antennes d'ALMA fonctionnent ensemble comme si l's'agissait d'un

Une comparaison directe d'une simulation informatique d'une supergéante rouge non rotative avec les observations ALMA de Bételgeuse. Si elle n'est pas suffisamment résolue par les télescopes, la convection à grande échelle peut aboutir à une carte de vitesse dipolaire.

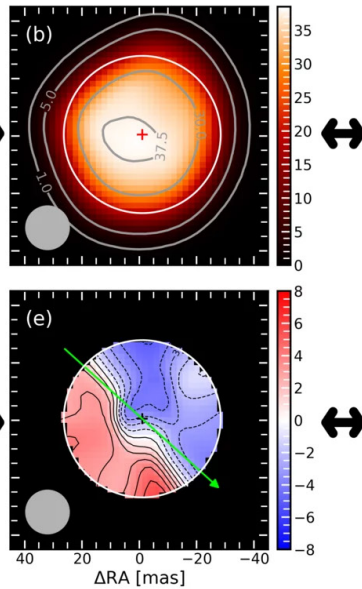
La rangée du haut montre les cartes d'intensité, la rangée du bas montre les cartes de la vitesse radiale.

La colonne de gauche montre la simulation de l'étoile à pleine résolution ; la colonne de milieu montre des observations simulées avec une résolution réduite. La colonne de droite montre l'observation réelle d'ALMA. (MPA, Ma, Jing-Ze et al, 2024)

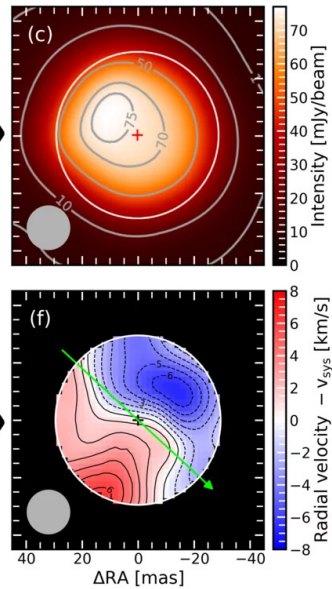
Non-rotating simulation



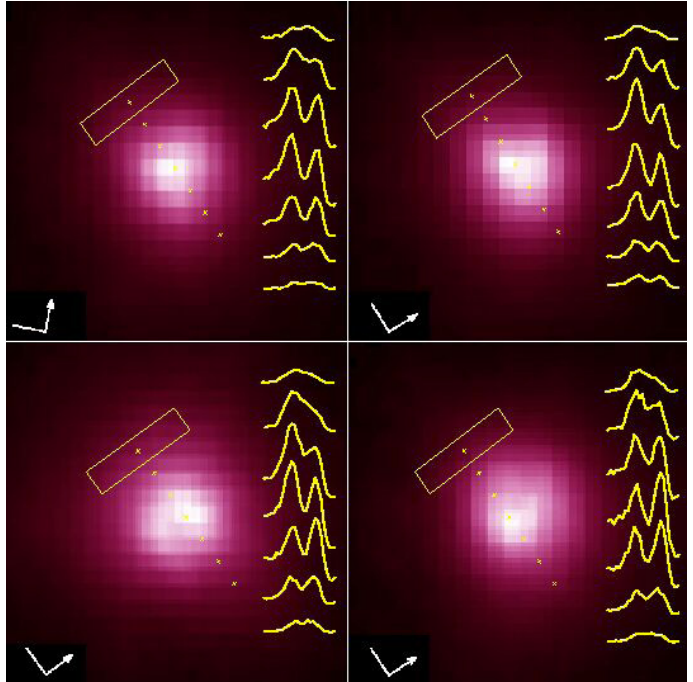
Mock observation



ALMA observation



Des images ultraviolettes prises par le télescope spatial Hubble montrent des profils spectraux asymétriques correspondant à des pulsations. (STScI, NASA, ESA)



seul télescope géant, grâce à la technique de l'interférométrie. Les astronomes ont élaboré par ce moyen une carte des vitesses radiales de la couche externe de Bételgeuse : une moitié du disque de l'étoile semble s'approcher de nous et l'autre moitié semble s'éloigner. Cette observation, ainsi que des études antérieures, ont conduit à l'interprétation selon laquelle Bételgeuse tourne rapidement.

Cette interprétation aurait été évidente si Bételgeuse avait été une étoile tranquille. La surface de Bételgeuse est au contraire agitée par de la convection, le même processus que l'on observe quand de l'eau bout, mais en beaucoup plus violent. Les bulles de convection peuvent être aussi grosses que l'orbite de la Terre autour du Soleil, couvrant une grande partie de la surface de Bételgeuse. Elles montent et descendent à des vitesses pouvant atteindre 30 km/s.

C'est à partir de cette constatation que des astronomes ont proposé une explication alternative à la carte dipolaire des vitesses

de Bételgeuse : la surface d'ébullition de Bételgeuse imite la rotation. Alors que des bulles s'élèvent d'un côté de l'étoile, d'autres descendent de l'autre côté. En raison de la résolution limitée d'ALMA, ces mouvements convectifs ne sont pas différenciés dans les observations.

Les chercheurs ont développé une nouvelle technique pour produire des images synthétiques ALMA et des spectres submillimétriques à partir de simulations hydrodynamiques d'étoiles supergéantes rouges en l'absence de rotation. Dans 90 % des simulations, l'étoile serait interprétée comme tournant à plusieurs km/s simplement en raison des mouvements de convection à grande échelle à la surface qui ne sont pas clairement visibles avec ALMA.

D'autres astronomes ont déjà effectué des observations de Bételgeuse à plus haute résolution. Les nouvelles données sont en cours d'analyse, ce qui permettra de tester les prédictions et de dévoiler le masque de Bételgeuse.

*Sgr A**

Basé sur des communiqués Chandra

Une étude basée sur les données de l'observatoire spatial X Chandra et du réseau radio Karl G. Jansky (VLA) révèle que le trou noir supermassif au centre de la Voie lactée tourne si rapidement qu'il déforme l'espace-temps qui l'entoure en une forme ressemblant à une courge aplatie. Ce trou noir géant, Sagittarius A* (Sgr A* en abrégé), est situé à environ 26 000 années-lumière de la Terre.

Les trous noirs ont deux propriétés fondamentales : leur masse et leur vitesse de rotation. La détermination de l'une ou l'autre de ces deux valeurs en dit long aux scientifiques sur un trou noir et sur son comportement.

Une équipe de chercheurs a appliqué une nouvelle méthode qui utilise des données radio et X pour déterminer la vitesse de rotation de Sgr A* en fonction de la manière dont la matière s'écoule vers et depuis le trou noir. Ils ont découvert que Sgr A* tourne à environ 60 % de la valeur maximale possible, avec un moment cinétique d'environ 90 % de la valeur

maximale possible, des limites fixées par la vitesse de la lumière.

Dans le passé, différents astronomes ont effectué plusieurs autres estimations de la vitesse de rotation de Sgr A* en utilisant différentes techniques, avec des résultats allant d'une rotation nulle à une rotation presque maximale.

Un trou noir en rotation attire l'espace-temps et la matière proche. L'espace-temps autour du trou noir en rotation est également écrasé en un ellipsoïde de révolution dont le petit axe est aligné avec l'axe de rotation. Plus la rotation est rapide, plus il est aplati.

La rotation d'un trou noir peut constituer une source d'énergie importante. Les trous noirs supermassifs en rotation peuvent produire des jets collimatés, ce qui nécessite qu'il y ait au moins un peu de matière à proximité pour servir de carburant. Sgr A* a été relativement calme au cours des derniers millénaires avec des jets relativement faibles. Cela pourrait changer si la quantité de matière à proximité de Sgr A* augmente.

Un trou noir en rotation est comme une fusée sur la rampe de lancement. Quand de la matière s'en approche suffisamment, c'est comme si quelqu'un appuyait sur le bouton de lancement. Cette matière pourrait provenir de nuages de gaz ou des restes d'une étoile imprudente déchirée par la gravité du trou noir.

Les jets propulsés et collimatés par le trou noir central en rotation d'une galaxie peuvent profondément affecter l'approvisionnement en gaz de la galaxie entière, ce qui affecte la capacité des étoiles à se former. Les « bulles de Fermi » observées dans les rayons X et les rayons gamma autour

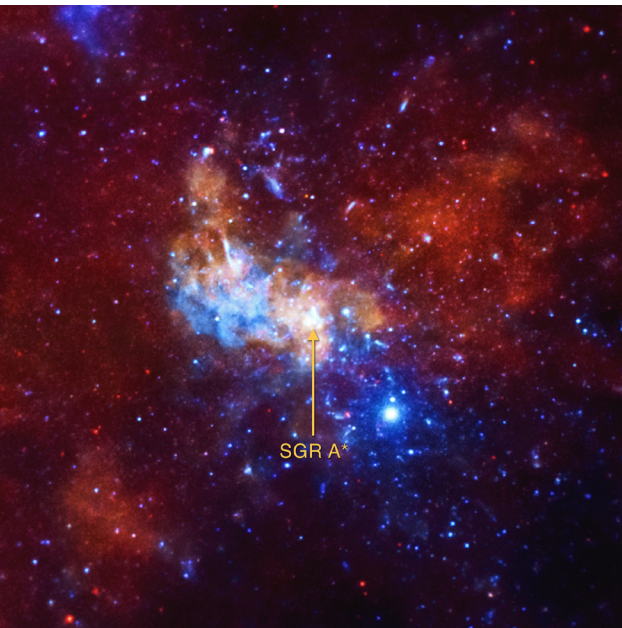
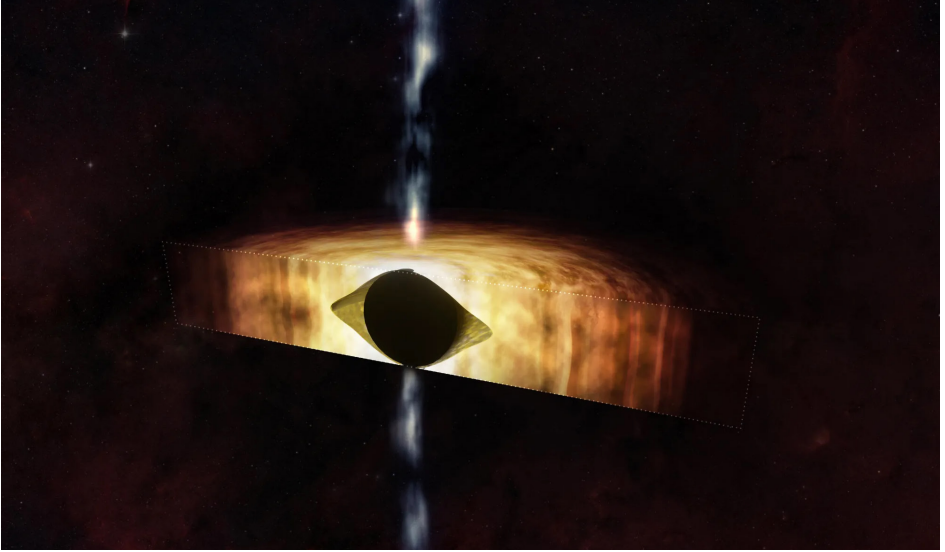


Image X de Sgr A et de la région environnante par le télescope spatial Chandra (ASA/CXC/U. of Wisconsin/ Y.Bai, et al)*



du trou noir de la Voie lactée montrent que le trou noir était probablement actif dans le passé. En mesurer la rotation est un test important de ce scénario.

Pour déterminer la rotation (spin) de Sgr A*, les chercheurs ont utilisé une méthode théorique empirique basée sur la relation entre le spin d'un trou noir, sa masse, les propriétés de la matière à proximité du trou noir, et les propriétés des jets. L'écoulement collimaté produit les ondes radio, tandis que le disque de gaz entourant le trou noir est responsable de l'émission des rayons X. En utilisant cette méthode, les chercheurs ont combiné les données de Chandra et du VLA avec une estimation indépendante de la masse du trou noir provenant d'autres télescopes pour limiter la rotation du trou noir.

Nous avons une vision particulière de Sgr A* car c'est le trou noir supermassif le plus proche de nous. Même s'il est calme pour le moment, sa rotation pourrait donner un coup de fouet incroyablement puissant à la matière environnante. Cela pourrait se produire maintenant ou dans un million d'années.

Le trou noir supermassif Sagittarius A. Une nouvelle étude suggère que Sgr A* tourne très rapidement, ce qui entraîne un écrasement de l'espace-temps qui l'entoure. L'illustration montre une coupe transversale de Sgr A* et de la matière tourbillonnant autour d'elle dans un disque. La sphère noire au centre représente l'horizon des événements du trou noir, le point de non-retour d'où rien, pas même la lumière, ne peut s'échapper. En regardant le trou noir en rotation de côté, l'espace-temps environnant a la forme d'un ballon aplati. Plus la rotation est rapide, plus le ballon est plat.*

Le jaune-orange de chaque côté représente le gaz autour de Sgr A. Cette matière plonge inévitablement vers le trou noir et traverse l'horizon des événements. La zone située à l'intérieur du ballon, mais à l'extérieur de l'horizon des événements, est représentée comme une cavité. Les volutes bleues montrent des jets émis depuis les pôles du trou noir en rotation. En regardant le trou noir depuis le haut, le long des jets, l'espace-temps aurait une forme circulaire.*

(NASA/CXC/M. Weiss)