

The image shows a large, bright red star with a glowing, fiery atmosphere. In the foreground, a planet is visible, appearing as a bright, textured sphere with dark spots and lighter areas, surrounded by a reddish-orange glow. The background is a dark space filled with stars.

L'astronomie dans le monde

GJ 376b

Basé sur un communiqué MIT

Parmi les exoplanètes extrêmes figurent celles d'ultracourte période, les USP (ultra-short-period planets), de petits mondes qui tournent très près de leur étoile, complétant une orbite en moins de 24 heures. La façon dont ces planètes sont apparues dans de telles configurations est l'un des mystères de la science des exoplanètes.

Une nouvelle USP, la planète GJ 376b, découverte par le télescope spatial TESS¹, tourne autour de son étoile en seulement huit heures. De la taille de Mars et deux fois moins massive que la Terre, c'est l'une des planètes les plus légères découvertes à ce jour. Située à 31 années-lumière, GJ 376b est suffisamment proche pour que les chercheurs puissent déter-

*Illustration d'une planète auprès
d'une naine rouge.
(NASA/ESA/G. Bacon/STScI)*

miner ses propriétés, ce qui n'était pas possible avec les USP précédentes. Par exemple, on a pu déterminer que GJ 376b est une planète rocheuse qui contient probablement un noyau solide de fer et de nickel comme c'est le cas pour Mercure.

En raison de l'extrême proximité avec son étoile, GJ 376b est exposée à un rayonnement 500 fois supérieur à celui que la Terre reçoit du Soleil. En conséquence, le côté jour de la planète est à une température de 1 500 degrés Celsius. Sous des températures aussi extrêmes, toute atmosphère substantielle aurait disparu depuis longtemps, ainsi que toute vie, du moins telle que nous la connaissons.

Mais il y a une chance pour que la planète ait des partenaires habitables, plus loin de l'étoile. Celle-ci est une naine rouge M – un type d'étoile qui abrite généralement plusieurs planètes. La découverte de GJ 376b autour d'une telle étoile laisse donc entrevoir la possibilité d'autres planètes dans ce système, ce qui

¹ TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite) étudie environ 200 000 étoiles proches, brillantes, en vue de découvrir des exoplanètes par leurs transits. Plus de 4 700 candidates (TOI, TESS Objects of Interest) ont conduit à plus de 170 confirmations à ce jour.

pourrait aider les scientifiques à comprendre les origines de GJ 376b et, plus généralement, des planètes à très courte période.

Pour cette classe d'étoiles, la zone habitable correspondrait à des orbites proches d'un mois.

GJ 367b a été découverte en 2019 lors d'une des séries d'observations d'un mois de TESS destinées à découvrir des transits d'exoplanètes. Après avoir confirmé que l'objet était bien une planète à très courte période, les chercheurs ont observé l'étoile de plus près, à l'aide du HARPS (High Accuracy Radial Velocity Planet Searcher), un instrument installé sur le télescope de 3m60 de l'ESO à La Silla. À partir de ces mesures de vitesses radiales, ils ont constaté que la planète est l'une des plus légères découvertes à ce jour, avec un rayon de 72 % et une masse de 55 % de ceux de la Terre. De telles dimensions indiquent que la planète a probablement un noyau riche en fer.

Les chercheurs ont ensuite examiné diverses possibilités concernant la composition de l'intérieur de la planète et ont trouvé le scénario qui correspondait le mieux aux données : un noyau de fer constitue probablement 86 % de l'intérieur de la planète, ce qui est similaire à la composition de Mercure.

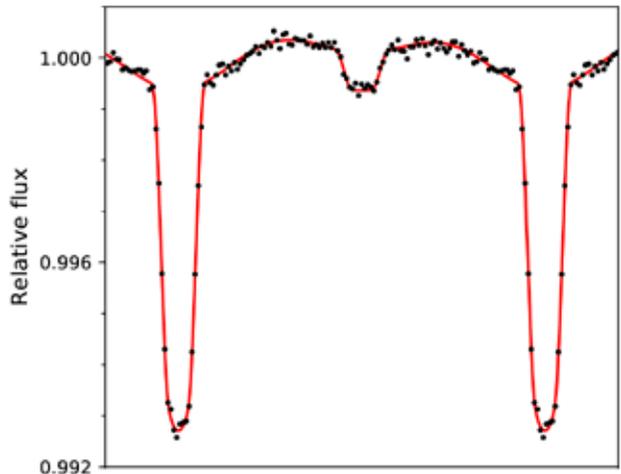
En continuant à étudier GJ 367b et son étoile, les scientifiques espèrent détecter les signaux d'autres planètes dans le système. Les propriétés de ces planètes – telles que leur espacement et leur orientation orbitale – pourraient fournir des indices sur la façon dont GJ 367b et d'autres planètes à très courte période sont apparues.

TOI-2109b

Les observations de TESS ont permis la découverte d'une exoplanète géante ultra-chaude dont la période orbitale est extrêmement courte. La nouvelle exoplanète, TOI-2109b, a une masse de $5,02 \pm 0,75$ fois celle de Jupiter et un rayon de $1,347 \pm 0,047$ fois celui de Jupiter. Sa période est de $0,67247414 \pm 0,00000028$ jour, soit environ 16 heures. Cette planète s'avère ainsi être la géante gazeuse à la période la plus courte connue à ce jour. Sa température est bien sûr très élevée, environ 3650 K.

L'orbite extrêmement courte de TOI-2109b et l'intense interaction gravitationnelle planète-étoile font du système une cible idéale pour évaluer le rétrécissement progressif de l'orbite par effet de marée. La forte irradiation devrait permettre une caractérisation précise des paramètres de l'atmosphère, comme son évaporation dans l'espace.

Courbe de lumière en fonction de la phase orbitale, montrant les transits de TOI-2109b. (Wong et al., 2021)



Le trou noir de Leo I

Basé sur un communiqué University of Texas

Le télescope de 2,7 mètres de l'observatoire McDonald au Texas a permis la découverte d'un trou noir inhabituellement massif au cœur de Leo I, l'une des galaxies satellites naines de la Voie lactée (cf. *Le Ciel*, janvier 2022, 60). Cette découverte pourrait remettre en question nos idées de la façon dont toutes les galaxies – les blocs de construction de l'Univers – évoluent.

Les astronomes avaient décidé d'étudier Leo I en raison d'une curieuse particularité : contrairement à la plupart des galaxies naines en orbite autour de la Voie lactée, Leo I ne contient pas beaucoup de matière noire. Ils ont établi le profil de la matière noire de Leo I en évaluant son effet gravitationnel à partir de mesures de vitesses. Plus les étoiles se déplacent rapidement, plus il y a de matière à l'intérieur de leurs orbites.

Les modèles basés sur les données ainsi récoltées indiquent clairement qu'il faut un trou noir au centre, et que c'est suffisant.

Il n'est pas vraiment nécessaire d'avoir beaucoup de matière noire.

Le trou noir de Leo I est à peu près aussi massif que celui de la Voie lactée alors que les deux galaxies diffèrent d'un facteur 30.

Cette découverte pourrait bouleverser la compréhension qu'ont les astronomes de l'évolution des galaxies, car il n'y a aucune explication pour ce type de trou noir dans les galaxies sphéroïdales naines. Le résultat est d'autant plus important que les astronomes utilisent depuis 20 ans des galaxies de ce type pour comprendre comment la matière noire est distribuée au sein des galaxies.

La masse élevée du trou noir de Leo I pourrait expliquer la croissance des trous noirs dans les galaxies massives. En effet, au fil du temps, lorsque de petites galaxies comme Leo I se fondent dans des galaxies plus grandes, le trou noir de la petite galaxie fusionne avec celui de la grande, augmentant ainsi sa masse. Ce nouveau type de fusion de trous noirs donne également aux observatoires des ondes gravitationnelles un nouveau signal à rechercher.

Leo I, une petite galaxie satellite de la Voie lactée, posséderait un trou noir central presque aussi massif que celui de notre galaxie. (SDSS)



Binaires d'un nouveau type

Basé sur un communiqué CfA-Harvard

Les astronomes ont enfin observé un nouveau type d'étoile binaire dont l'existence était théorisée depuis longtemps. Cette découverte a été réalisée grâce au vénérable télescope Shane de l'observatoire Lick en Californie et à des données provenant de diverses études antérieures. Elle représente un véritable chaînon manquant dans les modèles de formation d'étoiles binaires.

Lorsqu'une étoile meurt, il y a 97 % de chances qu'elle devienne une naine blanche, un petit objet dense qui s'est contracté et a perdu de sa luminosité après avoir brûlé tout son combustible. Dans de rares cas, une étoile peut devenir une naine blanche de masse extrêmement faible (ELM). Ces étoiles, dont la masse représente moins d'un tiers de celle du Soleil, constituent une énigme : si les calculs de l'évolution stellaire sont corrects, toutes les naines blanches ELM devraient avoir plus de 13,8 milliards d'années, soit plus que l'âge de l'Univers lui-même, ce qui est physiquement impossible.

Au fil des ans, les astronomes ont conclu que la seule façon pour une naine blanche ELM de se former est l'aide d'un compagnon binaire. L'attraction gravitationnelle d'une

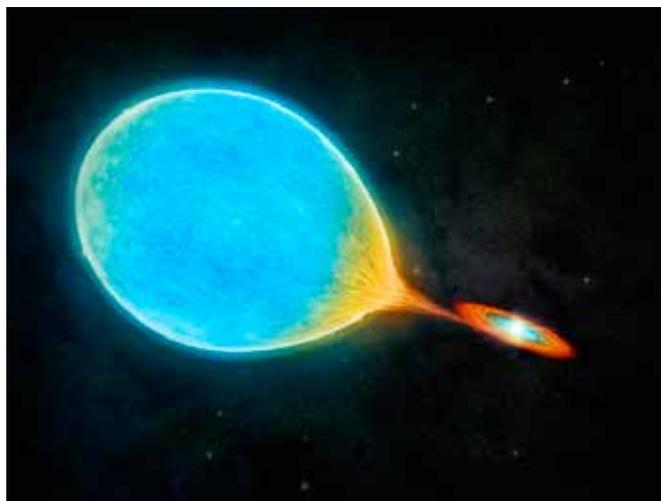
étoile compagne proche pourrait rapidement (en tout cas, en moins de 13,8 milliards d'années) ronger une étoile jusqu'à ce qu'elle devienne une naine blanche ELM.

Mais les preuves de cette hypothèse ne sont pas infaillibles.

Les astronomes ont observé des étoiles normales et massives comme le Soleil s'accrétant sur des naines blanches – ce qu'on appelle des variables cataclysmiques. Ils ont également observé des naines blanches ELM avec des compagnes naines blanches normales. Ils n'avaient cependant jamais observé la phase de transition : lorsque l'étoile a perdu la majeure partie de sa masse et s'est presque contractée en une naine blanche ELM.

Les données de l'observatoire spatial Gaia ont permis d'entamer la recherche du type d'étoile qui avait si longtemps échappé aux scientifiques : les naines blanches pré-ELM (également appelées variables cataclysmiques évoluées). Parmi un milliard d'étoiles, il y avait 50 candidates potentielles. 21 de ces étoiles ont été examinées et toutes se sont révélées des pré-ELM. Plus chaudes que les variables cataclysmiques traditionnelles, plus enflées que les ELM, elles étaient également déformées en forme d'œuf par l'attraction gravitationnelle de leurs compagnes.

*Vue d'artiste
d'une binaire
avec une naine
blanche grignotant
sa compagne.
(M.Weiss/Center
for Astrophysics
| Harvard &
Smithsonian)*



TRAPPIST-1

Basé sur un communiqué INSU-CNRS

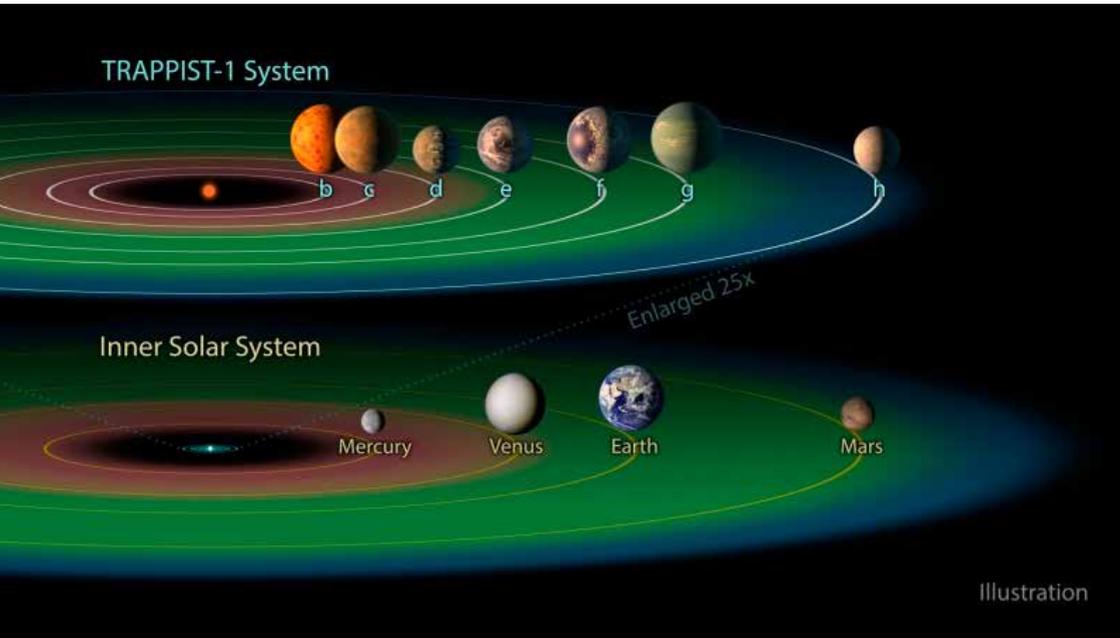
La petite étoile TRAPPIST-1, distante de 40 années-lumière, possède un système planétaire fascinant : 7 planètes de type terrestre dont 3 ont des insolation comprises entre celles de Vénus et de Mars. Les périodes orbitales sont très courtes, de 1,5 jour pour la planète b, la plus interne, à 19 jours pour la h, la plus externe. Ce système est très compact, la planète h étant 6 fois plus proche de son étoile que Mercure de notre Soleil. Les orbites sont en résonance les unes avec les autres de sorte que les planètes se livrent à un ballet étonnant. Pendant le temps que met la planète h à accomplir 2 orbites, la g en fait exactement 3, la f 4, la e 6, la d 9, la c 15 et la b 24.

Dans le Système solaire, les 4 lunes principales de Jupiter sont également sur

des orbites résonnantes. L'existence de ces résonances s'explique par la formation des planètes (ou des lunes dans le cas de Jupiter) au sein d'un disque de matière circumstellaire. Les interactions entre les planètes en formation et le disque qui les abrite produisent une migration des orbites. Durant leur migration, les orbites peuvent être amenées à se trouver en résonance et rester verrouillées ainsi, tout en continuant de migrer. Pendant cette phase qui dure au maximum quelques millions d'années, la migration des planètes peut produire une chaîne de résonances dont un cas extrême est le système TRAPPIST-1.

*Vue d'artiste du bombardement tardif sur la jeune Lune.
(Tim Wetherell - Australian National University)*





Illustration

Les scientifiques, dont des liégeois, ont montré que cette chaîne de résonances est très fragile dès lors que le disque de gaz n'est plus là pour la stabiliser : des impacts par des astéroïdes ou des comètes peuvent briser l'harmonie de l'ensemble. Si nous observons aujourd'hui cette chaîne de résonance, c'est qu'aucune des planètes n'a subi d'impact trop violent depuis la dissipation du disque. Pour quantifier la masse d'impacteurs qui ont pu percuter les planètes sans détruire la résonance, les scientifiques ont réalisé de nombreuses simulations numériques dans lesquelles le système est exposé à des collisions avec des populations de corps de masses et d'origines variables. La masse maximale d'impacteurs ainsi déterminée varie d'une planète à l'autre : pour les planètes externes, elle correspond à environ 1% de la masse des planètes mais cette valeur tombe à 0,02% pour la planète la plus interne. Les planètes avaient donc atteint leur masse finale quand le disque protoplanétaire a disparu. Cela diffère fortement du cas terrestre. La Terre n'a atteint

Vue d'artiste du système TRAPPIST-1 comparé au Système solaire. La taille de chaque planète TRAPPIST-1 est basée sur des scénarios physiques possibles. La zone verte correspond à la zone habitable d'eau liquide. (NASA/JPL-Caltech)

sa masse finale que bien après la dissipation du disque protoplanétaire. En effet, la formation de la Lune, due à une collision entre la proto-Terre et une planète d'environ 10% de sa masse, s'est produite après 100 millions d'années d'évolution et on estime que la masse reçue par la Terre après cet impact géant n'a pas dépassé 0,5% de sa masse.

On peut en conclure que la formation des planètes de TRAPPIST-1 a été 10 à 20 fois plus rapide que celle des planètes telluriques du Système solaire et que l'histoire collisionnelle tardive est mieux contrainte pour les planètes de TRAPPIST-1 que pour la Terre. On peut en effet accéder à la composition élémentaire et isotopique détaillée de celle-ci et aussi compter (et parfois dater) les cratères lunaires.

b Centauri b

Basé sur un communiqué ESO

Le VLT de l'ESO a photographié une planète en orbite autour de b Centauri, la binaire la plus massive connue hébergeant une planète. Jusqu'à présent, les astronomes pensaient que les planètes ne pouvaient pas exister autour d'étoiles aussi massives et aussi chaudes.

Situé à environ 325 années-lumière dans la constellation du Centaure, la binaire b Centauri (=HIP 71865) est au moins six fois plus massive que le Soleil. Jusqu'à présent, aucune planète n'avait été repérée autour d'une étoile de plus de trois masses solaires.

L'étoile principale du système est de type B, plus de trois fois plus chaude que le Soleil. En raison de sa température intense, elle émet de grandes quantités de rayonnements ultraviolets et de rayons X, ce qui crée un environnement qui devrait jouer contre la formation de planètes avec en particulier une évaporation plus rapide de la matière.

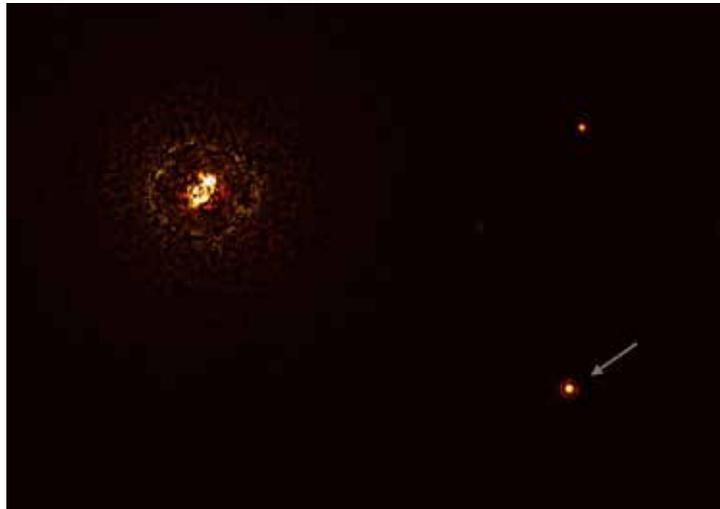
Comme ses étoiles hôtes, la planète, baptisée b Centauri (AB)b ou b Centauri b, est également extrême. Elle est 10 fois plus massive que Jupiter, ce qui en fait l'une des planètes les plus massives jamais découvertes. De plus, elle se déplace autour du système stellaire sur l'une des orbites les plus grandes jamais observées, à une distance 100 fois supérieure à la distance entre Jupiter et le Soleil. Cette grande distance par rapport à la paire d'étoiles centrale pourrait être la clé de la survie de la planète.

Ces résultats ont été rendus possibles grâce à l'instrument de pointe SPHERE (Spectro-Polarimetric High-contrast Exoplanet REsearch) installé sur le VLT de l'ESO au Chili. SPHERE a déjà réussi à imager plusieurs planètes en orbite autour d'étoiles autres que le Soleil.

Il a notamment pris la toute première image de deux planètes en orbite autour d'une étoile semblable au Soleil.

Cependant, SPHERE n'était pas le premier instrument à imager cette planète. Dans le cadre de leur étude, les membres de l'équipe ont examiné les données d'archives sur le système b Centauri et ont découvert que la planète avait en fait été observée il y a plus de 20 ans par le télescope de 3,6 m de l'ESO, bien qu'elle n'ait pas été reconnue comme une planète à l'époque.

La binaire massive b Centauri (en haut à gauche) et sa planète géante b Centauri b (indiquée par la flèche). Les anneaux lumineux et sombres qui entourent l'étoile double sont des artefacts optiques. En prenant différentes images à différents moments, les astronomes ont pu distinguer la planète des étoiles de fond, telles que celle que l'on voit en haut à droite. L'image a été prise par l'instrument SPHERE du VLT à l'aide d'un coronographe qui a bloqué la lumière éblouissante de la binaire. (ESO/Janson et al.)



Sagittarius A*

Basé sur des communiqués Gemini et ESO

Les astronomes ont effectué les mesures les plus précises à ce jour des mouvements des étoiles autour du trou noir supermassif Sagittarius A* qui siège au centre de la Voie lactée. Ces résultats, obtenus avec l'aide du télescope Gemini Nord et de l'interféromètre VLTI de l'ESO, montrent que 99,9% de la masse contenue au centre même de la galaxie est due au trou noir.

Les astronomes ont mesuré avec plus de précision que jamais la position et la vitesse de quatre étoiles situées à proximité immédiate du trou noir supermassif. Ces étoiles se déplacent d'une manière qui montre que la masse au centre de la Voie lactée est presque entièrement due au trou noir Sgr A*, ce qui laisse très peu de place pour autre chose.

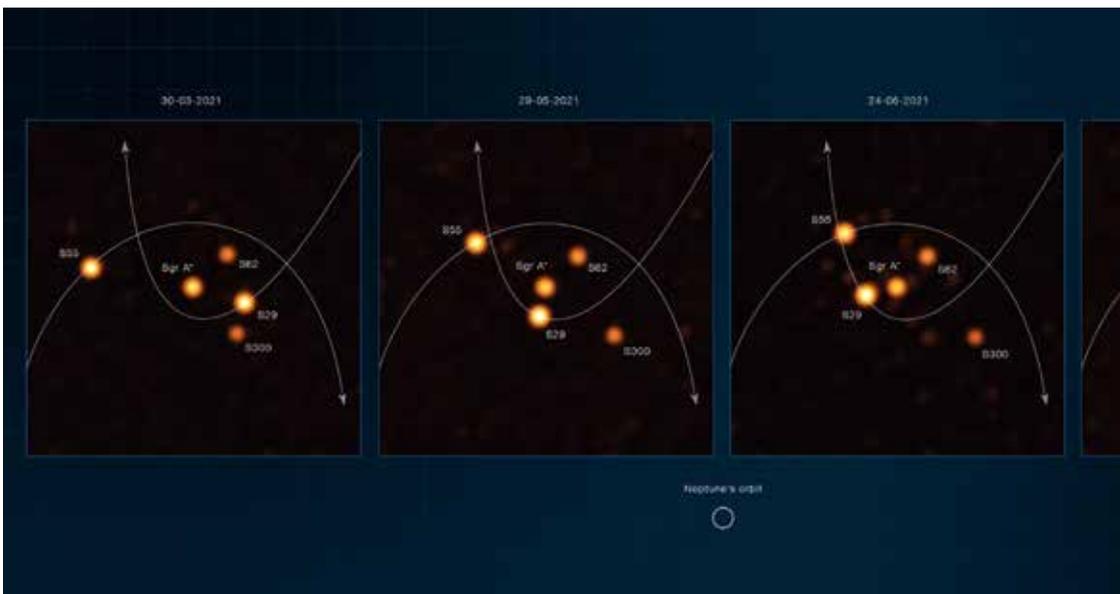
L'équipe a utilisé une variété d'installations astronomiques de pointe pour cette recherche. Pour mesurer les vitesses des étoiles, ils ont utilisé le spectrographe GNIRS

du télescope Gemini North, et l'instrument SINFONI sur le VLT de l'ESO. Les positions des étoiles ont été mesurées avec l'instrument GRAVITY du VLTI.

Le centre galactique de la Voie lactée, distant de 27 000 années-lumière, contient la source radio compacte Sgr A* que les astronomes ont identifiée comme un trou noir supermassif 4,3 millions de fois plus massif que le Soleil. Malgré des décennies d'observations minutieuses il a été difficile de prouver de manière concluante que la majorité de cette masse n'appartient qu'au trou noir supermassif et ne comprend pas également des étoiles, des trous noirs plus petits, de la poussière et du gaz interstellaires, ou de la matière noire. D'autre part, les astronomes voulaient vérifier que la relativité générale est bien la théorie correcte de la gravité dans ce laboratoire extrême.

La façon la plus directe d'en avoir le cœur net était de suivre de près les orbites des étoiles passant à proximité de Sgr A*.

La théorie générale de la relativité d'Einstein prédit que les orbites des étoiles



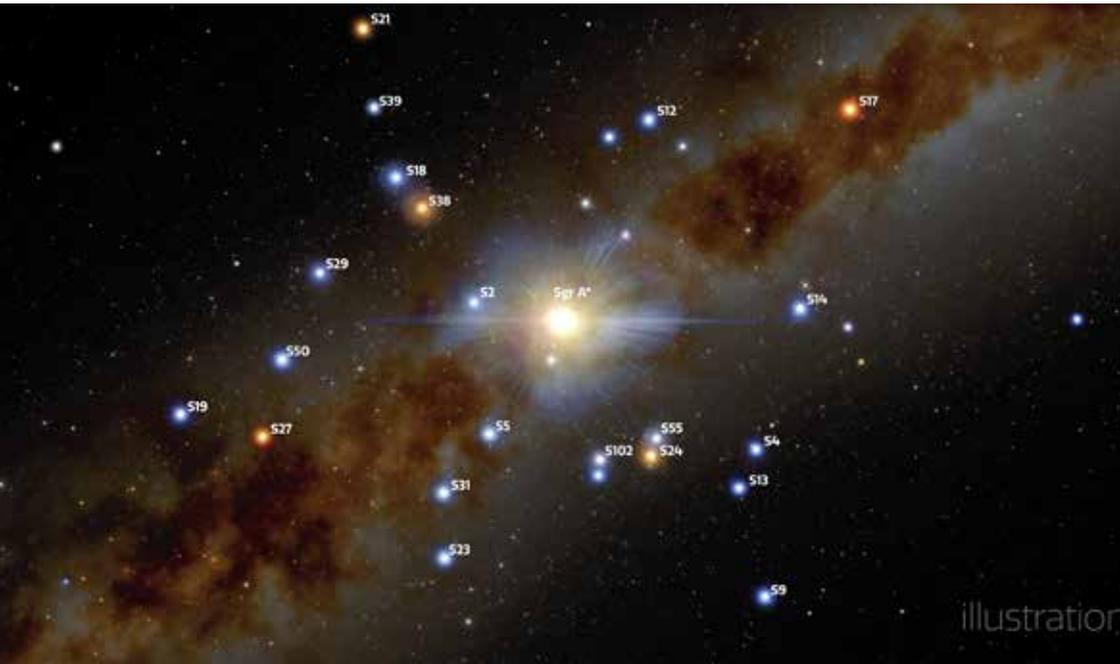
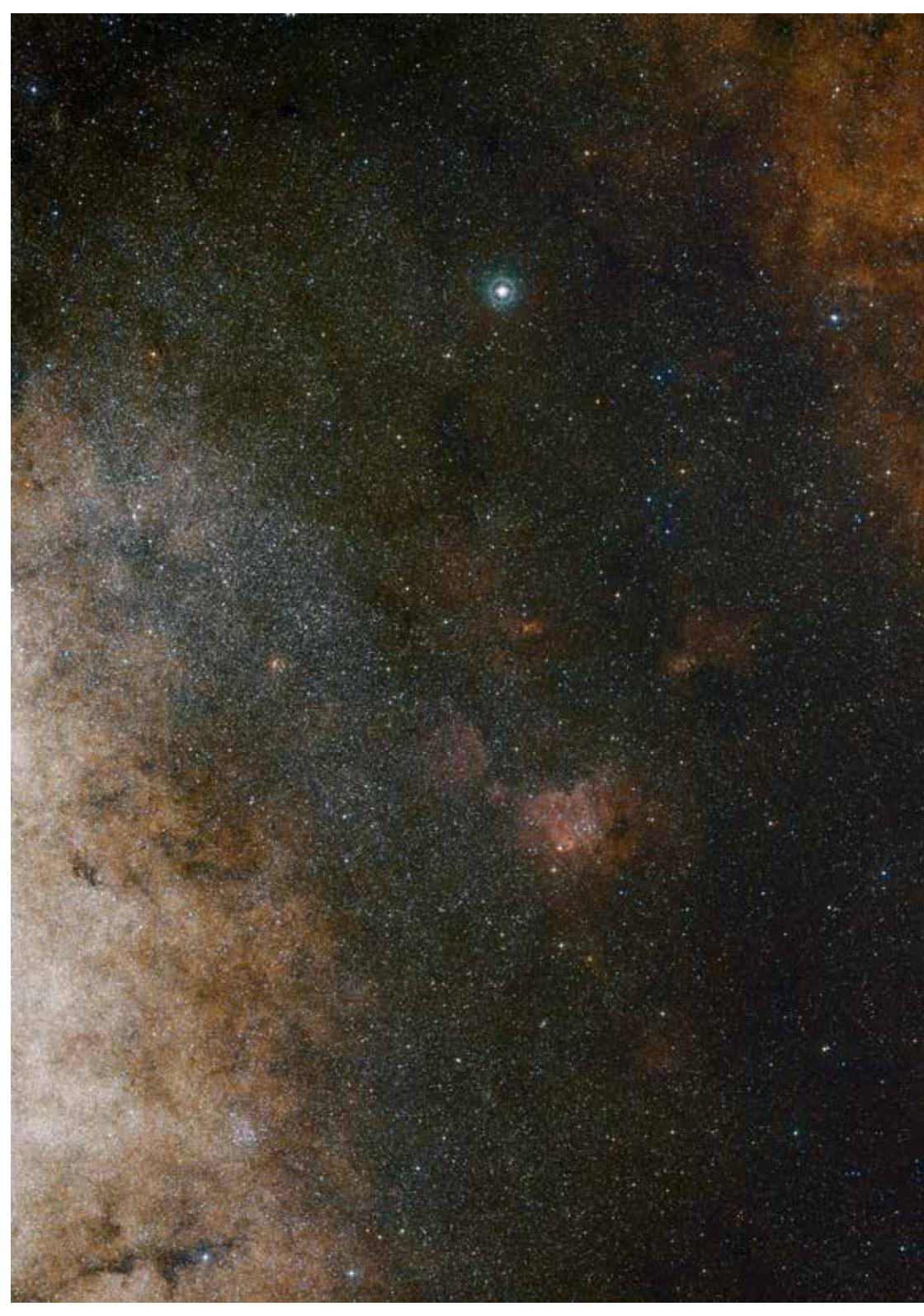


Illustration du centre de la Voie lactée. On a indiqué les étoiles proches du trou noir supermassif connu sous le nom de Sagittarius A. Grâce à Gemini North et au VLT de l'ESO, les astronomes ont mesuré plus précisément que jamais la position et la vitesse de quatre de ces étoiles, S2, S29, S38 et S55, et ont constaté qu'elles se déplacent d'une manière qui montre que la masse au centre de la Voie lactée est presque entièrement due au trou noir.
(Gemini/NOIRLab/NSF/AURA/J. da Silva/Spaceengine; M. Zamani)*



Images obtenues avec l'instrument GRAVITY du VLTI (Very Large Telescope Interferometer) de l'ESO entre mars et juillet 2021, montrant des étoiles orbitant près de Sgr A. L'étoile S29 a été observée alors qu'elle effectuait son passage le plus proche du trou noir à 13 milliards de kilomètres. Une autre étoile, nommée S306, a été détectée pour la première fois dans les nouvelles observations du VLTI.
Pour obtenir ces nouvelles images, les astronomes ont utilisé une technique d'apprentissage automatique, la théorie des champs d'information. Ils ont créé un modèle de l'apparence des sources réelles, simulé la façon dont GRAVITY les verrait et comparé cette simulation aux observations de GRAVITY. Cela leur a permis de trouver et de suivre les étoiles autour de Sagittarius A* avec une profondeur et une précision sans précédent.
(ESO/GRAVITY collaboration)*



autour d'un objet compact supermassif sont subtilement différentes de celles prédites par la physique newtonienne classique. En particulier, la relativité générale prévoit que les orbites des étoiles tracent une rosette – un effet connu sous le nom de précession de Schwarzschild. Pour voir réellement les étoiles tracer cette rosette, les astronomes ont suivi la position et la vitesse de quatre étoiles dans le voisinage immédiat de Sgr A* – désignées comme S2, S29, S38 et S55. Les observations de l'ampleur de la précession de ces étoiles leur ont permis de déduire la distribution de la masse dans Sgr A*. Ils ont découvert que toute la masse dispersée à l'intérieur de l'orbite de l'étoile S2 contribue au maximum à l'équivalent de 0,1% de la masse du trou noir supermassif.

Au cours des observations, les astronomes ont trouvé une étoile, S300, qui n'avait jamais été repérée auparavant,

Avec les dernières observations, réalisées entre mars et juillet 2021, l'équipe s'est attachée à effectuer des mesures précises des étoiles lorsqu'elles s'approchaient du trou noir. Parmi elles figurait l'étoile S29, qui détient le record de l'étoile qui s'est approchée le plus près du trou noir à la fin du mois de mai 2021. Elle est passée à une distance de seulement 13 milliards de kilomètres du trou noir, soit environ 90 fois la distance Soleil-Terre, à la vitesse stupéfiante de 8 740 kilomètres par seconde.

Mesurer les infimes variations des orbites d'étoiles lointaines autour du trou noir supermassif de notre galaxie est un véritable défi. Pour faire de nouvelles découvertes, les astronomes devront repousser les limites non seulement de la science mais aussi de l'ingénierie. Les futurs télescopes de très grande taille permettront aux astronomes de mesurer des étoiles encore plus faibles avec une précision encore plus grande, ce qui donnera un moyen unique de mesurer la rotation du trou noir.

*Vue à grand champ du centre galactique, constituée à partir de photographies dans les longueurs d'onde rouge et bleue issues du Digitized Sky Survey 2. Le champ est de 3,5 degrés.
(ESO, Digitized Sky Survey 2; Davide De Martin, S. Guisard)*

Un nuage énigmatique près du centre galactique

Basé sur un communiqué MPLA

Un nuage situé près du centre galactique, et étrangement calme en ce qui concerne la formation d'étoiles, semble en fait contenir un amas d'étoiles jeunes. Cet amas a été trahi par une structure en forme d'arc dont les propriétés sont compatibles avec une coquille en expansion. Les astronomes y voient une bulle de gaz chaud produite par le vent stellaire d'une étoile massive. Comme les étoiles massives se forment rarement de manière isolée, la bulle pourrait indiquer la présence d'un amas stellaire jeune, de plusieurs centaines de masses solaires.

Les étoiles se forment à l'intérieur de poches denses de gaz et de poussière. En général, lorsqu'un nuage est suffisamment dense,

Composite en trois couleurs de la CMZ, mettant en évidence certaines des caractéristiques les plus marquantes. Les annotations indiquent la position de certains des amas stellaires les plus massifs de la Voie lactée, par exemple, le NSC (Nuclear Star Cluster), les Arches et l'amas du Quintuplet. La Brique est un nuage sombre absorbant la lumière et qui apparaît en silhouette devant l'arrière-plan lumineux. (Henshaw/MPLA)

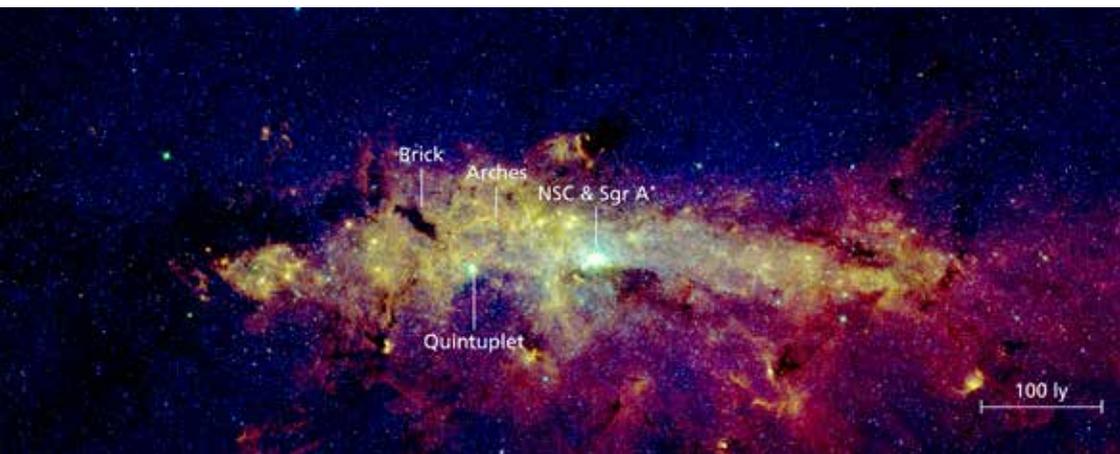
des étoiles finissent par se former. Toutefois, cette règle empirique ne semble pas s'appliquer entièrement à la région située autour du centre de la Voie lactée. La zone moléculaire centrale (CMZ), un complexe gazeux d'un diamètre compris entre 1 000 et 2 000 années-lumière autour du centre galactique, contient certains des nuages de gaz les plus denses et les plus massifs de la Voie lactée. Cependant, à l'exception de quelques amas stellaires extraordinairement massifs, beaucoup de ces nuages montrent étonnamment peu de signes d'une activité généralisée de formation d'étoiles.

Pour explorer cette apparente contradiction, les astronomes ont étudié l'un des nuages les plus énigmatiques de la CMZ, « la Brique ». Il est réputé pour sa densité élevée et une masse d'environ 100 000 soleils. Pourtant, il semble produire relativement peu d'étoiles.

En étudiant les mouvements du gaz dans la Brique, les chercheurs ont trouvé une structure en arc, confinée à une gamme étroite de vitesses.

De tels arcs ont été détectés dans des régions de formation d'étoiles massives¹. Ils peuvent représenter la matière balayée par une

¹ Citons l'amas des Arches, qui doit son nom aux arcs observés en infrarouge et radio, et situé dans ... le Sagittaire (l'Archer).



coquille en expansion. Les étoiles de grande masse fournissent de l'énergie à leur environnement, ce qui constitue la force motrice de l'expansion. Sur la base de cette hypothèse, les astronomes ont calculé un diamètre de la coquille de 8,5 années-lumière et une vitesse d'expansion d'environ 5 kilomètres par seconde. En remontant à l'origine de ce mouvement, ils ont pu dater le début de l'expansion à quelques centaines de milliers d'années. Ce n'est qu'un clin d'œil, si l'on considère les échelles de temps typiques des phénomènes cosmiques.

Des émissions de gaz ionisé coïncident avec la cavité de l'arc. Le gaz tracé par émission radio présente une vitesse cohérente avec le mouvement de l'arc, ce qui indique une relation directe entre le gaz chaud ionisé et le gaz moléculaire froid.

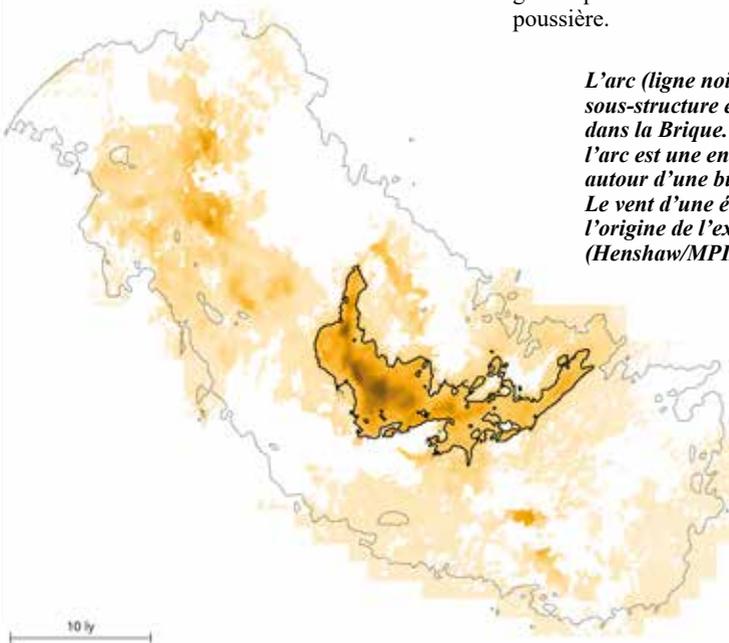
En comparant les prédictions de la théorie aux observations, les chercheurs estiment que le vent stellaire provenant d'une étoile

massive d'environ 20 masses solaires est probablement le mécanisme dominant.

Dans l'ensemble, l'image d'une bulle de gaz chaud en expansion entraînée par le vent stellaire d'une étoile massive formée à l'intérieur de la Brique est l'explication la plus probable de l'origine de l'arc. Ce résultat place la Brique, apparemment en sommeil, dans une toute nouvelle perspective. Les étoiles massives ne se forment que rarement de manière isolée. Elles font généralement partie d'amas de jeunes étoiles de masse variable. Si c'était le cas pour la Brique, celle-ci pourrait être moins tranquille qu'on ne le pensait.

Pour estimer la masse du groupe d'étoiles supposé, les astronomes ont simulé 10 000 amas. Une analyse statistique des amas dont les étoiles les plus massives ont une masse de 16 à 20 fois celle du Soleil indique une fourchette de masse des amas comprise entre 400 et 700 masses solaires. Avec l'instrumentation actuellement disponible, de tels amas peuvent facilement être cachés dans la confusion des nombreuses étoiles détectées vers le centre galactique et l'obscurcissement par le gaz et la poussière.

L'arc (ligne noire en gras) est une sous-structure en forme de croissant dans la Brique. L'origine probable de l'arc est une enveloppe en expansion autour d'une bulle de gaz chaud. Le vent d'une étoile massive serait à l'origine de l'expansion de cette bulle. (Henshaw/MPIA)



Petit Nuage de Magellan

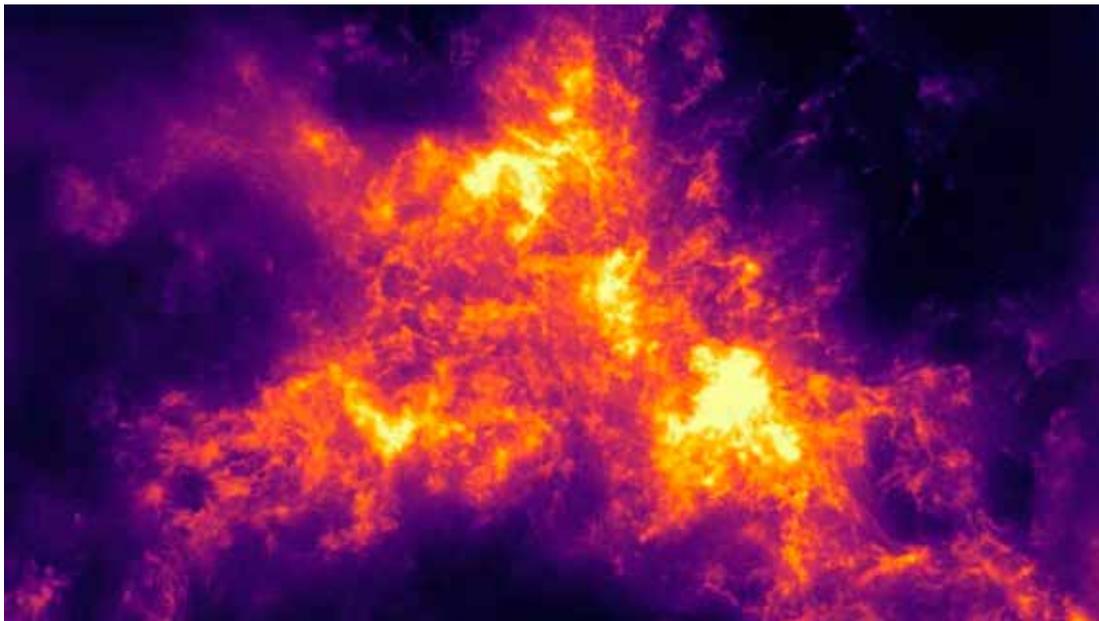
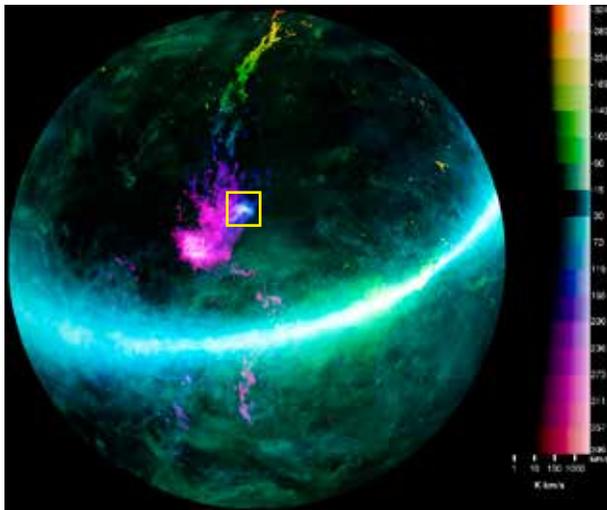
Basé sur un communiqué ANU

Le réseau australien de radiotélescopes ASKAP a été utilisé pendant 100 heures pour produire l'image la plus détaillée jamais obtenue de l'hydrogène en émission du Petit Nuage de Magellan. Les astronomes sont ainsi en mesure de voir les structures à petite échelle pour la première fois, une étape importante pour comprendre le rôle que joue l'hydrogène dans l'évolution des galaxies.

Cette image spécifique fait partie d'une étude pilote. D'autres observations seront effectuées pour obtenir une mosaïque géante qui montrera comment cette galaxie est connectée à ses voisins.

***Le Petit Nuage de Magellan
par ASKAP.
(Nickolas Pingel et al.)***

***Le Petit Nuage de Magellan est indiqué dans cette carte du ciel austral dans la lumière de l'hydrogène basée sur des observations du radiotélescope de Parkes. Les couleurs correspondent à la vitesse radiale des atomes.
(S. Janowiecki)***



Le pulsar double J0737-3039

Basé sur un communiqué INSU-MPIFR

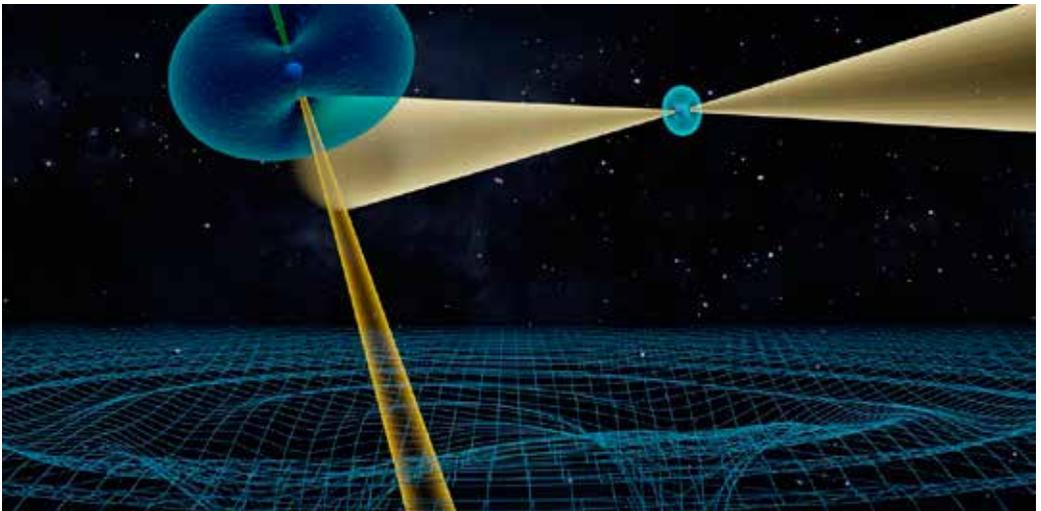
Plus de 100 ans après qu'Albert Einstein a présenté sa théorie de la relativité générale, les savants tentent toujours d'y trouver des failles. Toute déviation observée par rapport à ses prédictions pourrait être l'indice d'une nouvelle physique à même d'unifier les théories décrivant l'infiniment petit (monde quantique) et les plus grandes échelles.

Dans ce but, une équipe internationale a étudié la source J0737-3039, un système unique composé de deux pulsars qui tournent l'un autour de l'autre en seulement 147 min avec des vitesses d'environ 1 million de km/h. L'un des pulsars tourne très vite sur lui-même, environ 44 fois par seconde. Son compagnon est jeune et a une période de rotation de 2,8 secondes.

Les pulsars sont des étoiles en fin de vie très compactes (les pulsars de J0737-3039 sont 30 % plus massifs que le Soleil mais ne font que 24 km de diamètre), hautement magnétisées et en rotation rapide qui produisent des faisceaux d'ondes radio balayant le ciel comme des phares maritimes. L'ensemble de ces caractéristiques font de ce système un laboratoire idéal pour tester la relativité générale.

rale. Découvert en 2003, il été observé pendant 16 ans avec sept radiotélescopes. L'ensemble des données collectées (environ un million d'impulsions radio) a permis aux scientifiques de détecter de nombreux effets relativistes et de mesurer sept paramètres de la théorie de la relativité générale, certains de manière inédite. Un exemple : le fort champ gravitationnel de chaque pulsar en mouvement rapide courbe l'espace-temps autour de lui et dévie donc la trajectoire des ondes radio émises par l'autre pulsar. Non seulement le signal est détecté par les télescopes plus tard que s'il se propageait en ligne droite, mais l'angle infime de cette déviation (0,04 degré) a pu être déterminé pour la première fois.

Vue d'artiste des deux pulsars orbitant l'un autour de l'autre et émettant chacun un faisceau d'ondes radio. Le mouvement orbital de ces étoiles, situées à environ 2 000 années-lumière, provoque un certain nombre d'effets relativistes, notamment la création d'ondulations dans l'espace-temps appelées ondes gravitationnelles. Emportant de l'énergie, les ondes gravitationnelles s'accompagnent d'un rapprochement des deux pulsars : le système rétrécit ainsi d'environ 7 mm par jour. La mesure correspondante concorde avec la prédiction de la relativité générale à 0,013 % près. (Michael Kramer/MPIFR)





Les scientifiques ont aussi pu tester une pierre angulaire de la théorie d'Einstein, l'émission d'ondes gravitationnelles (infimes oscillations de l'espace-temps), avec une précision 1 000 fois supérieure à ce que permettent actuellement, en détection directe, les détecteurs d'ondes gravitationnelles. Ils ont également observé une conséquence de la célèbre équation $E = mc^2$: le rayonnement du pulsar correspond à une perte de masse de 8 millions de tonnes par seconde. Cela paraît énorme, mais ce n'est qu'une infime fraction – 3 parties sur mille milliards de milliards – de la masse du pulsar chaque seconde.

Les chercheurs ont également mesuré – avec une précision d'une partie sur un million – que l'orbite change d'orientation, un effet relativiste également bien connu pour l'orbite de Mercure, mais ici 140 000 fois plus fort. Ils ont aussi vérifié l'effet de dilatation du temps, qui fait que celui-ci s'écoule plus lentement en présence d'un fort champ gravitationnel.

Les mesures ont permis d'utiliser le suivi précis de la rotation des pulsars pour poser des contraintes sur leurs dimensions. En combinant cela à des mesures interférométriques minutieuses, la distance du système a pu être

Les sept radiotélescopes utilisés pour observer le pulsar double J0737-3039. Dans le sens des aiguilles d'une montre, à partir du haut à gauche : Effelsberg (Allemagne), Nançay (NRT, France), Westerbork (WSRT, Pays-Bas), Parkes (Australie), Jodrell Bank (JBO, Royaume-Uni), Very Long Baseline Array (VLBA, Etats-Unis) et Green Bank (GBT, Etats-Unis).

(Norbert Junkes/MPIfR (Effelsberg), J.P. Letourneur/Observatoire de Nançay (NRT), ASTRON (WSRT), ATNF/CSIRO (Parkes), Anthony Holloway (Jodrell Bank), NRAO/AUI/NSF (VLBA & GBT))

évaluée à 2 400 années-lumière avec une marge d'erreur de seulement 8%.

Toutes les observations se sont révélées en excellent accord avec la théorie d'Einstein. Si celle-ci a vraiment des failles, il faudra donc des tests encore plus poussés pour les découvrir.

Ces résultats sont complémentaires d'autres études qui testent la gravité dans d'autres conditions, comme les détecteurs d'ondes gravitationnelles ou le télescope Event Horizon. Ils complètent également d'autres expériences sur les pulsars, comme le chronométrage d'un pulsar dans un système triple.

La plus grande collection de planètes flottantes découvertes à ce jour

Basé sur des communiqués ING, ESO

En utilisant les observations et les données d'archives de plusieurs télescopes sur Terre et en orbite¹, les astronomes ont découvert plus de 70 planètes flottantes (FFP) – des planètes qui errent dans l'espace sans être liées à une étoile – dans l'association stellaire OB du Haut-Scorpion (comprenant Antarès et Rho Ophiuchi), qui est la région de formation d'étoiles la plus proche de notre Soleil. Il s'agit du plus grand échantillon de planètes de ce type découvert dans un seul groupe et il double presque le nombre de planètes errantes connues sur l'ensemble du ciel.

Identifier les FFP au sein d'un amas d'étoiles est un défi majeur, comme essayer de trouver une aiguille dans une botte de foin. Elles sont très rares et il faut parvenir à les identifier parmi la multitude écrasante d'étoiles et de galaxies de fond. Les FFP, qui se cachent loin de toute étoile les illuminant, seraient nor-

malement impossibles à imager. Cependant, les astronomes ont profité du fait que, dans les quelques millions d'années qui suivent leur formation, ces planètes sont encore suffisamment chaudes pour briller, ce qui les met à la portée des caméras sensibles des grands télescopes.

Pour relever ce défi, les astronomes ont combiné la mesure des mouvements propres avec la photométrie à plusieurs longueurs d'onde. Les mouvements propres sont une méthode extrêmement efficace pour identifier les membres d'une association puisque tous les membres sont nés du même complexe de nuages moléculaires et ont donc des mouvements semblables à ceux du nuage parent. Les étoiles qui n'appartiennent pas à l'association

Vue d'artiste montrant une planète errante dans la région de Rho Ophiuchi, une région où l'on a découvert au moins 70 de ces objets. Les planètes errantes ont des masses comparables à celles des planètes du Système solaire, mais ne sont pas en orbite autour d'une étoile, elles se déplacent en toute autonomie. (ESO/M. Kornmesser)

¹ Entre autres, le télescope spatial Gaia, les télescopes VLT, VISTA à l'ESO/Paranal, MPG à l'ESO/La Silla, le télescope INT à La Palma.





*Position de 115 planètes errantes
possibles, parmi la moisson récoltée dans
la région du Haut Scorpion.
(ESO/N. Risinger/skysurvey.org)*



ont des mouvements propres presque aléatoires, et les galaxies de fond n'ont pas de mouvement propre mesurable. Les luminosités et les couleurs photométriques sont utiles pour affiner la sélection et rejeter les quelques intrus restants.

Les astronomes ont également combiné le grand nombre d'images disponibles dans les archives astronomiques avec de nouvelles observations profondes à grand champ obtenues avec les meilleurs télescopes infrarouges et optiques au sol et dans l'espace. À l'aide de plus de 80 000 images totalisant environ 100 téraoctets et couvrant une période de 20 ans, ils ont identifié au moins 70, et jusqu'à 170 de ces planètes de la taille de Jupiter,

Zoom sur une des planètes errantes (le point rouge au centre de l'image).

*L'image a été créée en combinant les données de l'instrument OmegaCam du VLT Survey Telescope (VST) et de l'instrument VIRCAM du Visible and Infrared Survey Telescope for Astronomy (VISTA), tous deux situés à l'observatoire Paranal de l'ESO au Chili.
(ESO/Miret-Roig et al.)*

comme membres de l'association OB Haut-Scorpion parmi les étoiles et galaxies de fond.

Le nombre exact de planètes errantes découvertes par l'équipe est difficile à déterminer car il ne faudrait retenir que celles dont la masse est inférieure à 13 fois celle de Jupiter. Or les observations ne permettent pas de mesurer les masses. Il faut se baser sur la luminosité, mais celle-ci dépend de l'âge. Plus une planète est âgée, plus elle s'est refroidie et a perdu de sa luminosité. Si la région étudiée est ancienne, alors les objets les plus brillants de l'échantillon ont probablement une masse supérieure à 13 masses joviennes. Si la région est jeune, elles sont probablement inférieures à cette limite. Compte tenu de l'incertitude sur l'âge de la région étudiée, on trouve un nombre de planètes errantes compris entre 70 et 170. Il s'agit de loin du plus grand échantillon de FFP dans une seule association, et il double presque le nombre de FFP connues à ce jour sur l'ensemble du ciel.

La nature et l'origine des FFP restent inconnues : se forment-elles comme les étoiles par effondrement gravitationnel de petits nuages de gaz, ou plutôt comme des planètes autour d'étoiles avant d'être éjectées ? Le nombre de FFP découvertes dans l'association du Scorpion supérieur dépasse le nombre de FFP attendues si elles se formaient uniquement comme des étoiles.

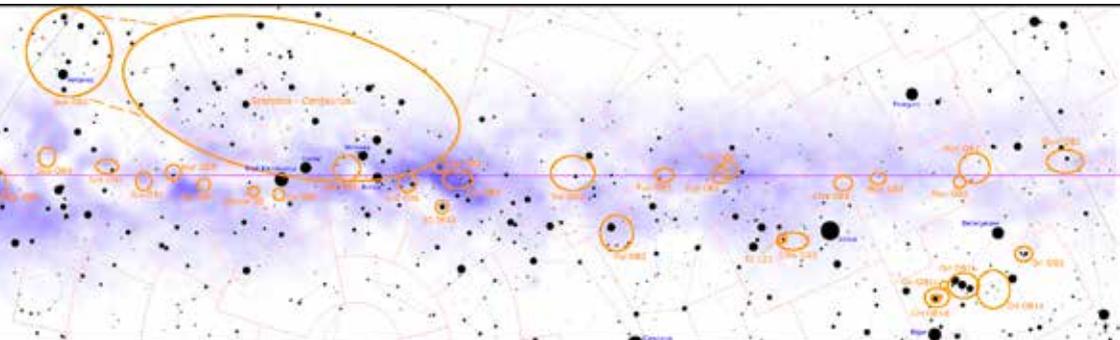
Les observations suggèrent que les systèmes de planètes géantes doivent se former et devenir dynamiquement instables pendant la durée de vie observée (3-10 millions d'années)

de la région pour contribuer à la population de FFP. Les études actuelles suggèrent que l'instabilité dynamique parmi les planètes géantes de notre Système solaire peut également avoir eu lieu très tôt, bien qu'elle ait été beaucoup moins violente que l'instabilité nécessaire pour éjecter des planètes aussi massives que celles qui viennent d'être découvertes.

Ces FFP font d'excellentes cibles pour des études de suivi. En particulier, elles seront essentielles pour étudier les atmosphères planétaires. L'absence d'une étoile rend l'observation beaucoup plus facile et plus précise. La comparaison avec les atmosphères des planètes en orbite autour des étoiles fournira des détails clés sur leur formation et leurs propriétés. En outre, l'étude de disques circumplanétaires permettra de mieux comprendre leur processus de formation.

En supposant que la fraction de FFP dans le Haut-Scorpion soit semblable à celle d'autres régions de formation d'étoiles, il pourrait y avoir plusieurs milliards de Jupiters errant ainsi dans la Voie lactée. Ce nombre serait encore plus important pour les planètes de masse terrestre puisqu'on sait qu'elles sont plus fréquentes que les planètes massives.

L'association OB du Haut Scorpion apparaît en haut à gauche, dans cette carte du plan galactique. Elle couvre Antares et les pinces du Scorpion et fait partie du vaste groupe Sco OB2 s'étendant jusqu'à la Croix du Sud.
(Wikipedia, Roberto Mura, CC BY-SA 4.0)



Hubble détecte la magnétosphère et le champ magnétique d'une exoplanète

Basé sur un communiqué INSU

Le champ magnétique est un paramètre physique important définissant l'évolution et l'habitabilité d'un environnement planétaire. Par exemple, la magnétosphère terrestre protège notre atmosphère de l'érosion par le vent solaire et protège la vie à la surface. Tous les corps planétaires du Système solaire n'ont pas de magnétosphères intrinsèques, tandis que la présence de magnétosphères sur les exoplanètes, bien qu'activement recherchée via des observations radio, avait jusqu'à présent échappé à la détection.

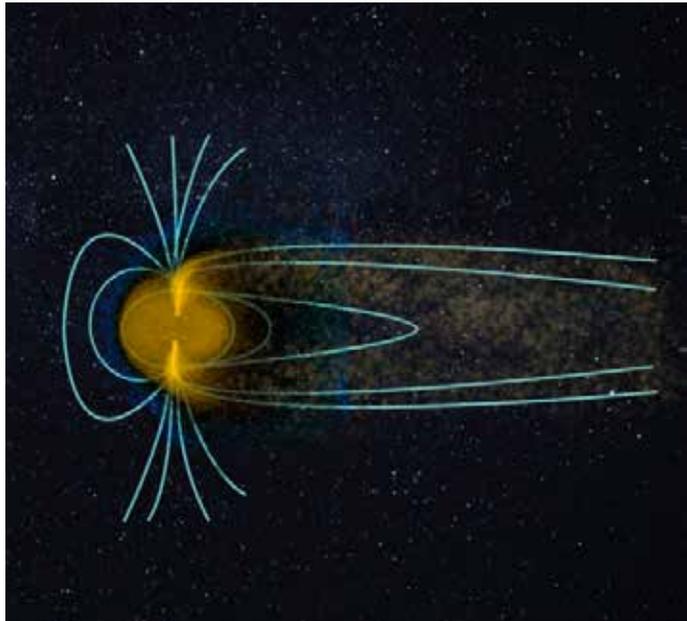
À l'aide des observations du télescope spatial Hubble (HST) de l'ESA/NASA, une nouvelle étude rapporte la première détection sans ambiguïté d'une magnétosphère sur l'exoplanète HAT-P-11b, une planète de type Neptune. La détection et la caractérisation du champ magnétique planétaire sont réalisées en suivant les atomes de carbone ionisés formés dans l'atmosphère de la planète. Lorsque ces ions s'échappent de l'atmosphère, ils sont capturés par le champ magnétique et leur détection à de grandes distances de la planète trace les propriétés du champ magnétique. Pour accomplir cette tâche, les chercheurs ont simulé en détail la formation physique et chimique et l'évolution de ces ions depuis les profondeurs de

l'atmosphère jusqu'à l'espace entre l'exoplanète et son étoile hôte.

L'analyse des mesures HST suggère également que l'exoplanète a une métallicité beaucoup plus faible (une mesure du nombre d'atomes plus lourds que l'hydrogène présents dans la planète) que celle prévue par les modèles théoriques, en accord avec d'autres études indépendantes. Ce résultat est significatif, car il ajoute du crédit à la conclusion que HAT-P-11b a une faible métallicité. Cela signifie que les modèles de formation des exoplanètes peuvent être inexacts et que des travaux supplémentaires doivent être effectués pour affiner les théories actuelles sur la formation et l'évolution de certaines exoplanètes.

En mesurant la métallicité atmosphérique et en détectant simultanément le champ magnétique planétaire, cette étude fournit pour la première fois un pont entre deux sujets de la science planétaire qui ne sont généralement pas connectés : la physique de l'intérieur des planètes et la météorologie spatiale (l'étude d'une magnétosphère planétaire).

Structure de la magnétosphère d'une exoplanète. Le vent stellaire arrive de la gauche et comprime les lignes du champ magnétique. L'échappement polaire de plasma planétaire remplit la queue magnétique (côté droit) que Hubble a réussi à détecter.
(IAP)



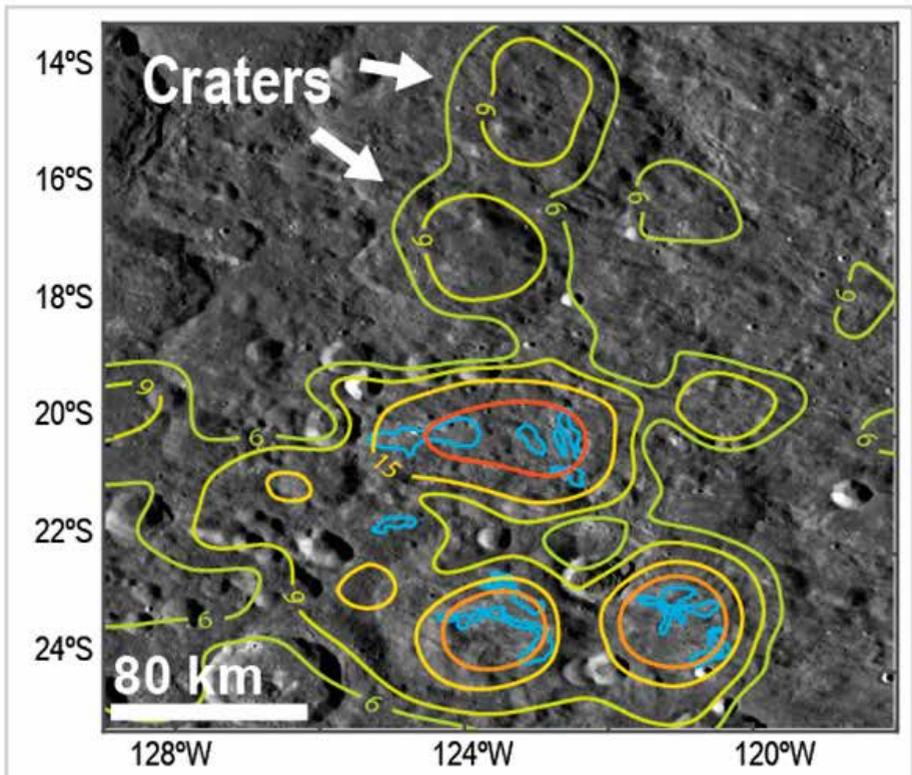
Champ magnétique lunaire

Basé sur un communiqué Purdue University

La Lune n'a pas de dynamo centrale lui donnant un champ magnétique, mais les engins spatiaux ont détecté un champ magnétique puissant à de multiples endroits de la croûte lunaire. Nombre de ces anomalies magnétiques sont localisées aux antipodes des grands bassins d'impact. Des scientifiques ont effectué des simulations d'impact qui ont montré que lors d'un impact oblique, les matériaux éjectés s'accumulent à l'antipode de l'impact. Ces éjectas antipodaux peuvent avoir une épaisseur de plusieurs centaines de mètres. Une grande partie de ces éjectas sont des matériaux provenant de l'impacteur et peuvent contenir du fer ou d'autres minéraux susceptibles d'être

magnétisés. Les chercheurs ont découvert que ce matériau est chauffé par l'onde de choc de l'impact et reste suffisamment chaud après être retombé pour enregistrer en se refroidissant l'ancien champ magnétique de la Lune. En utilisant la force de ces anomalies et l'abondance calculée du matériel d'impact, ils ont pu estimer que le champ magnétique de la Lune avait une intensité de 40 à 73 μT à l'époque où les grands bassins d'impact se formaient il y a environ 4 milliards d'années.

*Lors d'un impact lunaire oblique, les matériaux éjectés s'accumulent sur la face opposée de la Lune. Cette accumulation permet aux chercheurs d'avoir un aperçu du passé magnétique de notre satellite.
(Purdue University / Shigeru Wakita)*



Perseverance sur Mars

Basé sur un communiqué NASA/JPL-Caltech

Les scientifiques de la mission Perseverance ont découvert que le substrat rocheux sur lequel roule leur explorateur à six roues depuis son atterrissage en février s'est probablement formé à partir de magma. Cette découverte a des implications pour la compréhension et la datation précise d'événements critiques de l'histoire du cratère Jezero, ainsi que du reste de la planète.

Les chercheurs ont également conclu que les roches du cratère ont interagi avec l'eau à de multiples reprises au cours des âges et que certaines contiennent des molécules organiques.

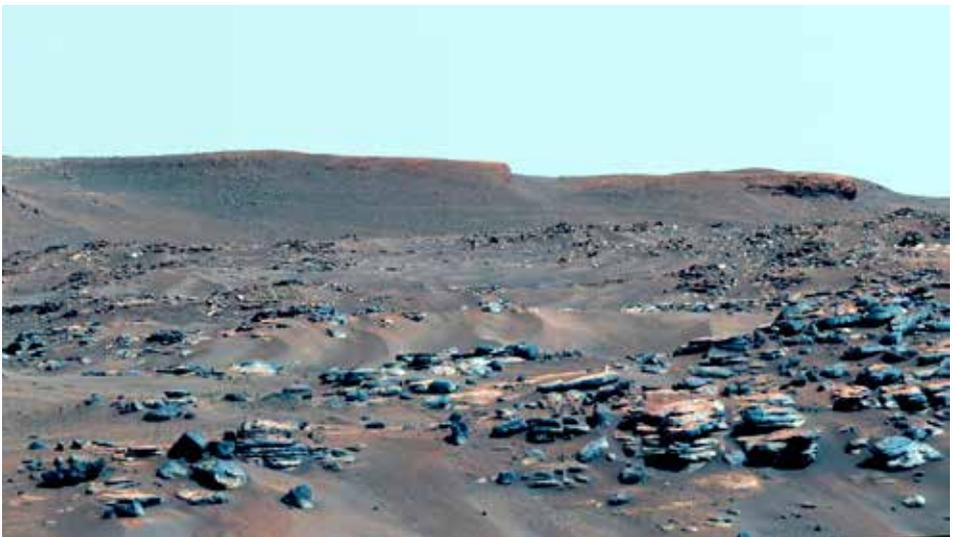
Avant même que Perseverance ne se pose sur Mars, les astronomes s'étaient interrogés sur l'origine des roches de la région. S'agissait-il de roches sédimentaires, c'est-à-dire d'une accumulation de particules minérales probablement transportées à cet endroit par un ancien réseau hydrographique ? Ou étaient-elles ignées, provenant de laves

remontant à la surface par un volcan martien aujourd'hui éteint ?

Tout est devenu plus clair lorsque l'instrument PIXL (Planetary Instrument for X-ray Lithochemistry) a pu observer de près la partie abrasée d'une roche provenant de la zone surnommée « South Séítah » et examiner les cristaux contenus dans cette roche.

La foreuse située à l'extrémité du bras robotique de Perseverance peut abraser, ou broyer, les surfaces rocheuses pour permettre à d'autres instruments, tels que PIXL, de les étudier. PIXL utilise la fluorescence X pour cartographier la composition élémentaire des roches. Le 12 novembre, PIXL a analysé une roche de South Séítah dont l'équipe scienti-

Image du delta du cratère Jezero prise par la caméra Mastcam-Z de Perseverance. Le delta s'est formé il y a des milliards d'années à partir des sédiments qu'une ancienne rivière a transportés jusqu'à l'embouchure d'un lac. Les couleurs ont été modifiées pour obtenir un aspect terrestre plus familier.
(NASA/JPL-Caltech/ASU/MSSS)



fique avait choisi de prélever un échantillon à l'aide de la foreuse du rover. Les données de PIXL ont montré que la roche, surnommée « Brac », était composée d'une abondance inhabituelle de grands cristaux d'olivine noyés dans des cristaux de pyroxène.

Une telle texture indique que la roche s'est formée lorsque les cristaux ont grandi et se sont déposés dans un magma se refroidissant lentement – par exemple une épaisse coulée de lave, un lac de lave ou une chambre magmatique. La roche a ensuite été altérée par l'eau à plusieurs reprises, ce qui permettra aux scientifiques qui étudieront les échantillons de dater les événements survenus à Jezero, de mieux comprendre la période pendant laquelle l'eau était plus abondante à sa surface, et de révéler les débuts de l'histoire de la planète.

La campagne multi-mission Mars Sample Return vise à ramener les tubes sélectionnés sur Terre, où des générations de scientifiques pourront les étudier à l'aide de puissants équipements de laboratoire bien trop volumineux pour être envoyés sur Mars. Il semble bien que Mars Sample Return aura à sa disposition un grand choix de matériel.

Ce projet a débuté avec Perseverance, qui collecte des échantillons de roches martiennes à la recherche d'une ancienne vie microscopique. Sur les 43 tubes d'échantillonnage de Perseverance, six ont été scellés à ce jour : quatre contenaient des carottes de roche, un de

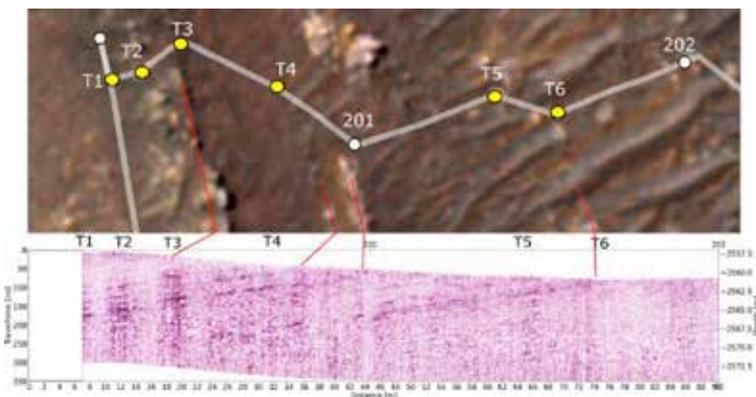
l'atmosphère martienne et un autre du matériel témoin pour détecter toute contamination que le rover aurait pu ramener de la Terre.

Il reste à déterminer si la roche riche en olivine s'est formée dans un lac de lave refroidissant à la surface ou dans une chambre souterraine qui a ensuite été exposée par l'érosion.

Autre bonne nouvelle pour Mars Sample Return : la découverte de composés organiques par l'instrument SHERLOC (Scanning Habitable Environments with Raman & Luminescence for Organics & Chemicals). Les molécules contenant du carbone se trouvent non seulement à l'intérieur des roches abrasées analysées par SHERLOC, mais aussi dans la poussière des roches non abrasées.

La confirmation de la présence de matières organiques ne signifie pas que la vie a existé à Jezero ni qu'elle a laissé des signes révélateurs (biosignatures). Il existe des mécanismes biologiques et non biologiques qui créent des matières organiques.

Curiosity avait déjà découvert des matières organiques sur son site d'atterrissage dans le cratère Gale. Ce que SHERLOC apporte, c'est sa capacité de cartographier la distribution spatiale des matières organiques à l'intérieur des roches et de relier ces matières organiques aux minéraux qui s'y trouvent. Cela aidera à comprendre l'environnement dans lequel les matières organiques se sont formées. D'autres analyses devront être effec-



Entrée de Perseverance dans la région de Séitah. L'image du haut présente le trajet sur le sol vu du haut. En dessous figure un radargramme obtenu par l'instrument RIMFAX. Les traits rouges font correspondre des affleurements rocheux résistants à l'érosion avec des strates souterraines. (NASA/JPL-Caltech/University of Arizona/USGS/FFI)

tuées pour déterminer la méthode de production des matières organiques identifiées.

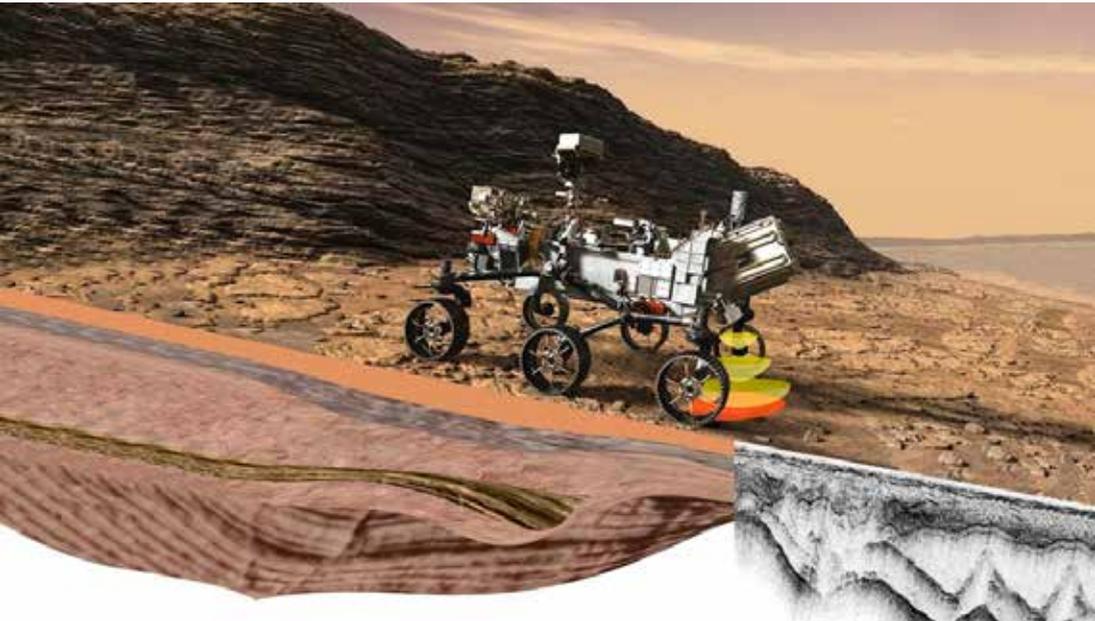
La présence de matières organiques à l'intérieur de roches anciennes – quelle soit leur origine – dans les cratères Gale et Jezero signifie que des biosignatures potentielles (signes de vie, passés ou présents) pourraient également être préservées. C'est une question qui ne sera peut-être pas résolue avant le retour des échantillons sur Terre, mais la préservation des matières organiques donne beaucoup d'espoir aux scientifiques.

En plus de ses capacités de prélèvement de carottes, Perseverance a apporté le premier radar à pénétration de sol à la surface de Mars. RIMFAX (Radar Imager for Mars' Subsurface Experiment) crée un « radargramme » des caractéristiques souterraines jusqu'à 10 mètres de profondeur. Les données de ce premier radargramme ont été recueillies alors que le rover traversait une ligne de crête l'amenant dans la région de Séítah.

La ligne de crête présente de multiples formations rocheuses en pente. Grâce aux données RIMFAX, les scientifiques de

Perseverance savent maintenant que ces couches rocheuses inclinées continuent au même angle bien en dessous de la surface. Le radargramme montre également que les couches rocheuses de Séítah se projettent sous celles de la zone visitée auparavant par Perseverance, dénommée Crater Floor Fractured Rough. Ces résultats confirment la conviction de l'équipe scientifique que la création de Séítah a précédé celle de Crater Floor Fractured Rough. La possibilité d'observer les caractéristiques géologiques même sous la surface ajoute une nouvelle dimension à la cartographie géologique de la Planète rouge.

Illustration du radar à pénétration du sol RIMFAX au travail sur Mars. RIMFAX peut fournir une vue détaillée des structures souterraines jusqu'à 10 mètres de profondeur et aider ainsi à trouver des indices sur les environnements passés de Mars, en particulier ceux qui présentent les conditions nécessaires à la vie. (NASA/JPL-Caltech/FFI)





Une carte postale de Curiosity

Basé sur un communiqué JPL-NASA

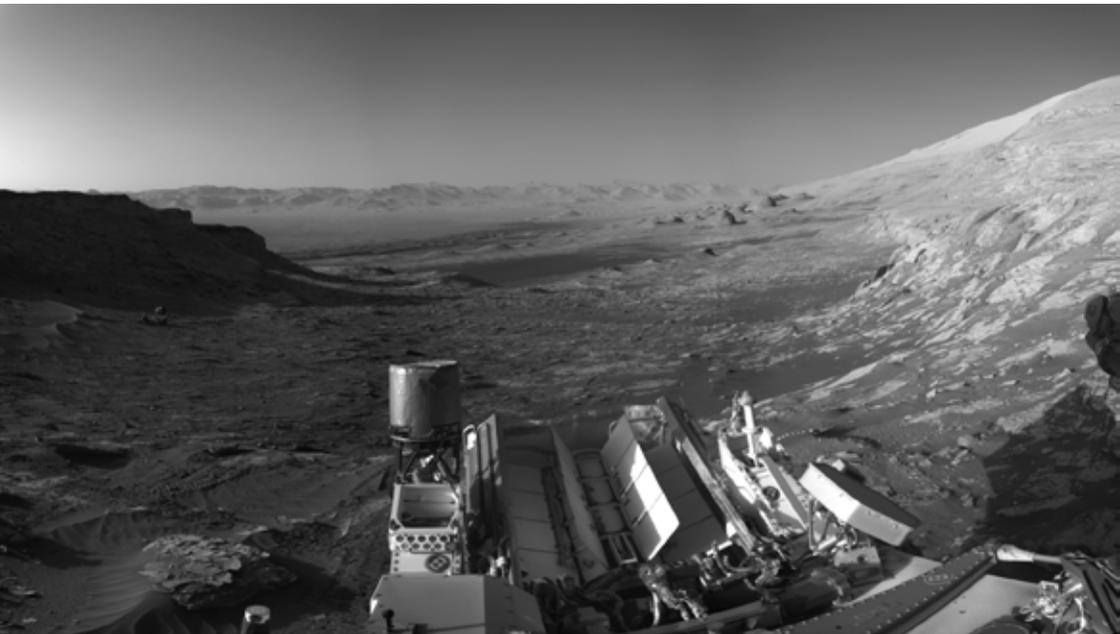
Le rover martien Curiosity de la NASA a capturé cette scène en noir et blanc (page 126 en haut) le 16 novembre (Sol 3299) à 8h30 et 16h 10 (temps local). Des couleurs ont été ajoutées à une combinaison des deux panoramas pour l'interprétation artistique ci-dessus.

Le rover est au bas du Mont Sharp, la montagne de 5 kilomètres de haut qu'il gravit petit à petit depuis 2014. Des collines arrondies sont visibles au loin au centre-droit. Un champ de dunes connu sous le nom de « Sables de Forvie » s'étend de 400 à 800 mètres.



À l'extrême droite du panorama se trouve la montagne escarpée Rafael Navarro, qui porte le nom d'un scientifique de l'équipe Curiosity décédé au début de l'année. Derrière elle, on aperçoit la partie supérieure du mont Sharp, bien au-dessus de la zone explorée par Curiosity.

Le mont Sharp se trouve à l'intérieur du cratère Gale, un bassin de 154 kilomètres de large formé par un ancien impact. Le bord éloigné du cratère Gale mesure 2,3 kilomètres de haut et est visible à l'horizon à une distance de 30 à 40 kilomètres.

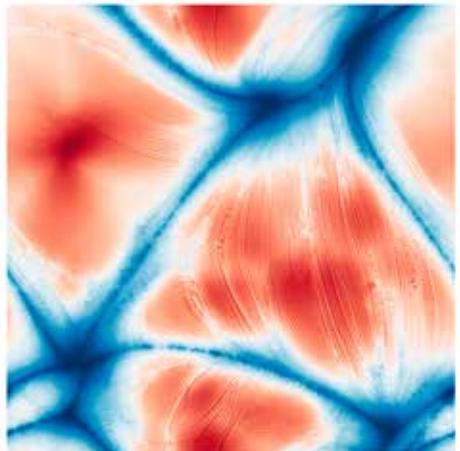
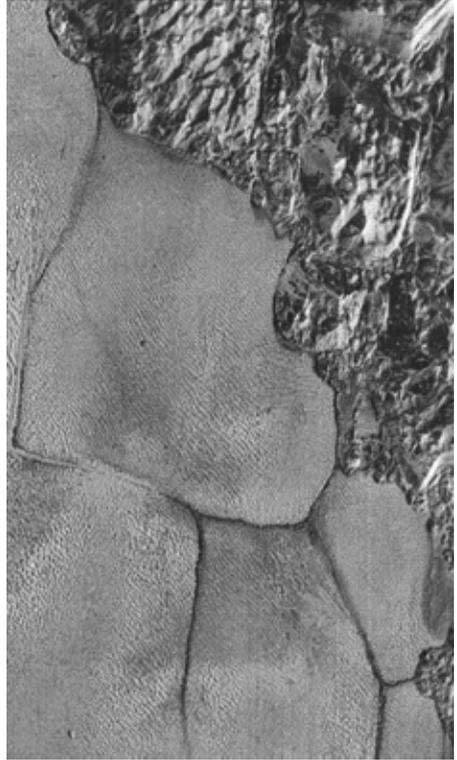


Pluton : la dynamique de la glace d'azote se dévoile

Basé sur un communiqué INSU

La région de Sputnik Planitia – un bassin rempli de glace d'azote à la surface de Pluton révélé le 14 juillet 2015 par la sonde New Horizons – porte des marques étonnantes : des polygones plats délimités par des creux étroits, marqueurs d'une convection thermique de la glace qui renouvelle la surface en permanence. Le moteur de cette dynamique était jusqu'à ce jour une énigme. Dans une nouvelle étude, des chercheurs lèvent le voile sur la formation de ces structures.

Malgré le faible ensoleillement sur Pluton, la glace d'azote est régulièrement sublimée, c'est-à-dire qu'elle se transforme directement en gaz. La sublimation entraîne un refroidissement local qui provoque des mouvements de la couche de glace sur des échelles de temps d'environ 100 000 ans, une vitesse comparable à celle des plaques tectoniques terrestres. Ce nouveau type de dynamique ressemble plus à celle des océans sur Terre qu'à celle des couches de glace des lunes de Jupiter et de Saturne. Elle pourrait intervenir à la surface d'autres objets planétaires tels que Triton, la lune de Neptune, ou Eris et Makemake, qui font partie des plus gros corps de la Ceinture de Kuiper.



La dynamique de la glace d'azote sur Pluton.

En haut, une partie de la plaine de Sputnik Planitia montrant des formes polygones dues à la convection dans la glace.

En bas, les anomalies de température sous la surface de la glace telles que prédites par un modèle numérique.

(A. Morison/S. Labrosse/G. Choblet)