



Astronomie dans le monde

Une nouvelle classe de séismes sur Mars

Basé sur un communiqué ETH

Les astronomes ont estimé la fréquence des impacts de météorites sur Mars à l'aide de données sismiques. Ils ont trouvé qu'entre 280 et 360 météorites frappent la planète chaque année, formant des cratères d'impact de plus de 8 mètres de diamètre. Ce taux est cinq fois supérieur à celui estimé à partir de la seule imagerie orbitale.

Six événements sismiques, enregistrés par le sismomètre de la mission martienne InSight à proximité immédiate de la station, ont pu être reliés à des impacts météoriques identifiés par le signal acoustique de l'entrée des météorites dans l'atmosphère martienne. Les chercheurs ont établi que ces 6 événements sismiques appartiennent à un groupe plus large de tremblements de terre, les événements à très haute fréquence (VF). Alors qu'un séisme martien de magnitude 3 prend plusieurs secondes, un événement généré par un impact de même ampleur dure moins de 0,2 seconde. En analysant leurs spectres, 80 autres tremblements de terre ont été identifiés et on pense désormais qu'ils sont causés par la chute de météorites.

Premier impact de météorite détecté par la mission InSight de la NASA; l'image a été prise par Mars Reconnaissance Orbiter de la NASA à l'aide de sa caméra HiRISE (High-Resolution Imaging Science Experiment). (NASA/JPL-Caltech/U. Arizona)

Cette recherche a commencé en décembre 2021, un an avant que la poussière accumulée sur les panneaux solaires ne mette fin à la mission InSight. Un violent séisme distant avait été enregistré, qui a pu être associé à la formation d'un cratère de 150 mètres de diamètre. Les chercheurs ont fait appel à l'orbiteur MRO pour rechercher des cratères récents qui correspondraient aux autres séismes détectés par InSight. Un deuxième cratère de plus de 100 mètres de diamètre a ainsi été découvert. Les nouveaux cratères plus petits et plus courants, correspondant à des météorites de la taille d'un ballon de basket sont restés insaisissables.

Environ 17 000 météorites tombent sur Terre chaque année, mais elles sont rarement remarquées. La plupart d'entre elles se désintègrent lorsqu'elles pénètrent dans l'atmosphère terrestre mais l'atmosphère de Mars est

si ténue que le sol est exposé à des impacts plus importants et plus fréquents.

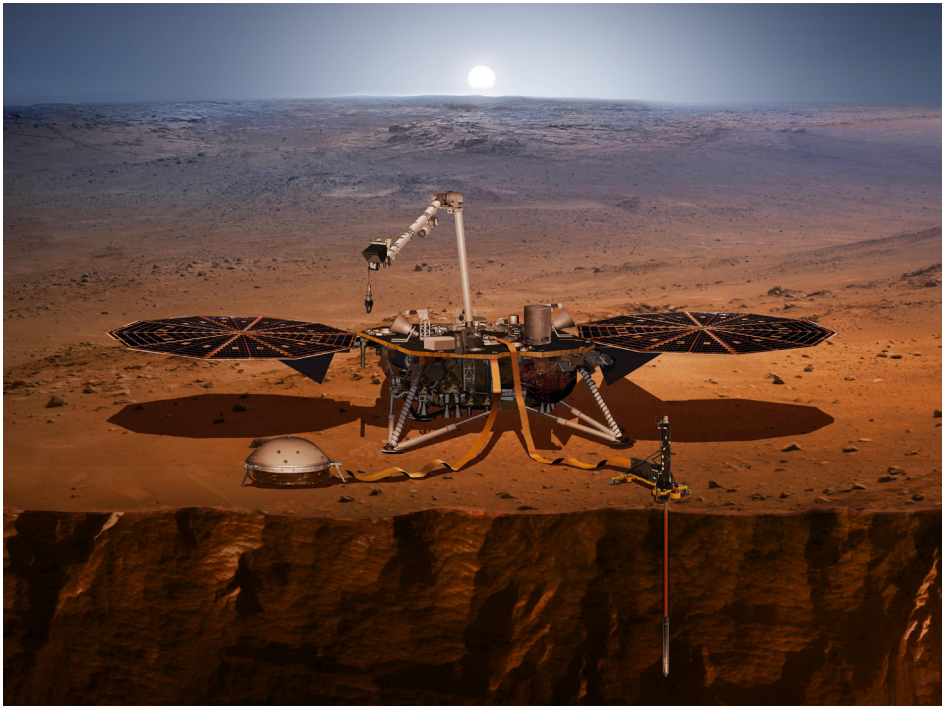
Pour estimer la fréquence des impacts martiens, les planétologues s'appuyaient sur des images et des modèles orbitaux déduits des cratères d'impact sur la Lune, mais l'extrapolation de ces estimations à Mars s'est avérée difficile. Ils ont dû tenir compte de l'attraction gravitationnelle plus forte de Mars et de sa proximité avec la ceinture d'astéroïdes, deux circonstances qui favorisent les impacts. D'un autre côté, les tempêtes de sable régulières font que les cratères martiens sont beaucoup moins bien préservés que ceux de la Lune et, par conséquent, moins faciles à détecter avec l'imagerie orbitale.

Les ondes sismiques de l'impact ont offert une nouvelle façon de mesurer le taux d'impact de Mars. Les scientifiques ont estimé le diamètre des cratères à partir de la magni-

tude de tous les tremblements de terre VF et de leurs distances. Ils ont calculé le nombre de cratères formés autour de l'atterrisseur InSight au cours d'une année et extrapolé ces données pour estimer le nombre d'impacts qui se produisent chaque année sur toute la surface de Mars.

De nouvelles données montrent qu'un cratère de 8 mètres se forme quelque part sur la surface de Mars presque tous les jours et qu'un cratère de 30 mètres apparaît en moyenne une fois par mois. Étant donné que les impacts à hypervitesse provoquent des zones d'explosion dont le diamètre est facilement 100 fois plus grand que le cratère, connaître le nombre exact d'impacts est important pour la sécurité des missions robotiques, mais aussi humaines, sur la Planète rouge.

*Illustration de l'atterrisseur InSight sur Mars.
(NASA/JPL)*



Cheyava Falls

Basé sur un communiqué NASA/JPL/Caltech

Une roche, en forme de pointe de flèche et fortement veinée, a attiré l'attention de l'équipe scientifique du rover martien Perseverance. D'une taille d'un mètre sur 60 cm, elle a été surnommée « Cheyava Falls » en référence à une cascade du Grand Canyon. Il s'agit du 22^e échantillon de roche pris par le rover, et il a été collecté le 21 juillet, alors que le rover explorait la limite nord de la Neretva Vallis, une ancienne vallée fluviale de 400 mètres de large, creusée il y a très longtemps par l'eau se précipitant dans le cratère Jezero.

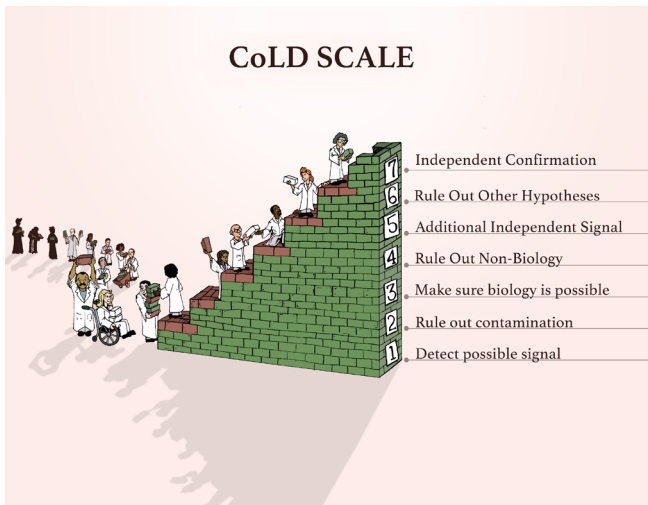
L'analyse effectuée *in situ* indique que la roche possède des caractéristiques chimiques et des structures qui ont pu être formées par la vie il y a des milliards d'années, lorsque de l'eau coulait dans la zone explorée par le rover. L'équipe scientifique envisage d'autres explications aux caractéristiques observées et de futures étapes de recherche seront nécessaires pour déterminer si la vie ancienne est une explication valable.

L'itinéraire de Perseverance a été conçu pour obtenir un maximum d'échantillons

scientifiques intéressants. Le trajet au travers du lit de la rivière Neretva Vallis a répondu aux attentes en permettant cette découverte qui donnera tant de choses à étudier à nos scientifiques.

Plusieurs analyses de Cheyava Falls par l'instrument SHERLOC (Scanning Habitable Environments with Raman & Luminescence for Organics & Chemicals) du rover indiquent la présence de composés organiques. Bien que ces molécules à base de carbone soient considérées comme les éléments constitutifs de la vie, elles peuvent également être formées par des processus non biologiques.

Aux dires des scientifiques, Cheyava Falls est la roche la plus déroutante, la plus complexe et potentiellement la plus importante jamais étudiée par Perseverance. Des zones distinctes indiquent des réactions chimiques pouvant fournir l'énergie à une vie microbienne. Les analyses prouvent aussi que de l'eau – nécessaire à la vie – a traversé la roche. Malheureusement, les chercheurs n'ont pas été en mesure de déterminer exactement comment la roche s'est formée et dans quelle mesure les roches voisines ont contribué à ses caractéristiques.

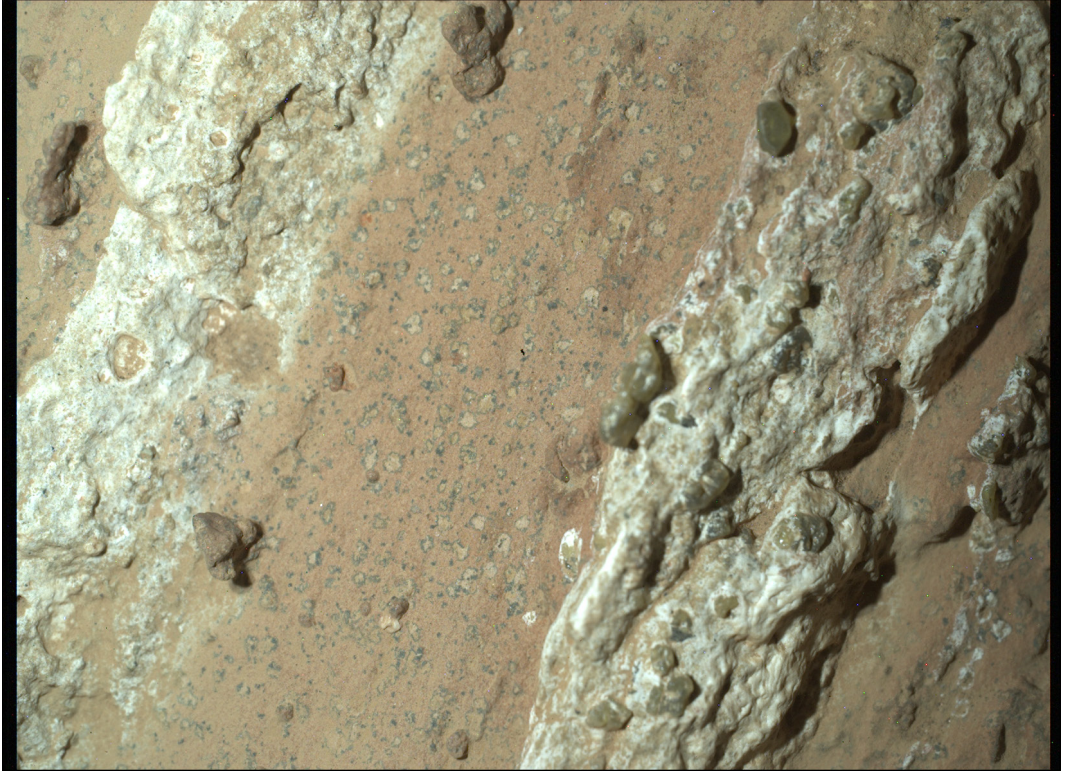


L'échelle CoLD (Confidence of Life Detection) des astrobiologistes évalue si un échantillon pourrait indiquer la vie. Dans le cas de Cheyava Falls on en est à la première étape, « signal possible ». De nombreuses recherches supplémentaires doivent être menées pour en savoir plus. (NASA/Aaron Gronstal)



Le rover Perseverance de la NASA a pris ce selfie le 23 juillet 2024, 1218^e jour martien (« sol ») de la mission. À gauche du rover, près du centre de l'image, se trouve le rocher en forme de pointe de flèche « Cheyava Falls ». Le petit trou sombre dans la roche est l'endroit où Perseverance a prélevé une carotte, qui se trouve maintenant dans un tube d'échantillon stocké dans le rover. La zone blanche à droite du trou est l'endroit où le rover a utilisé un outil d'abrasion pour nettoyer la surface supérieure, permettant ainsi aux instruments scientifiques d'étudier la composition de la roche.

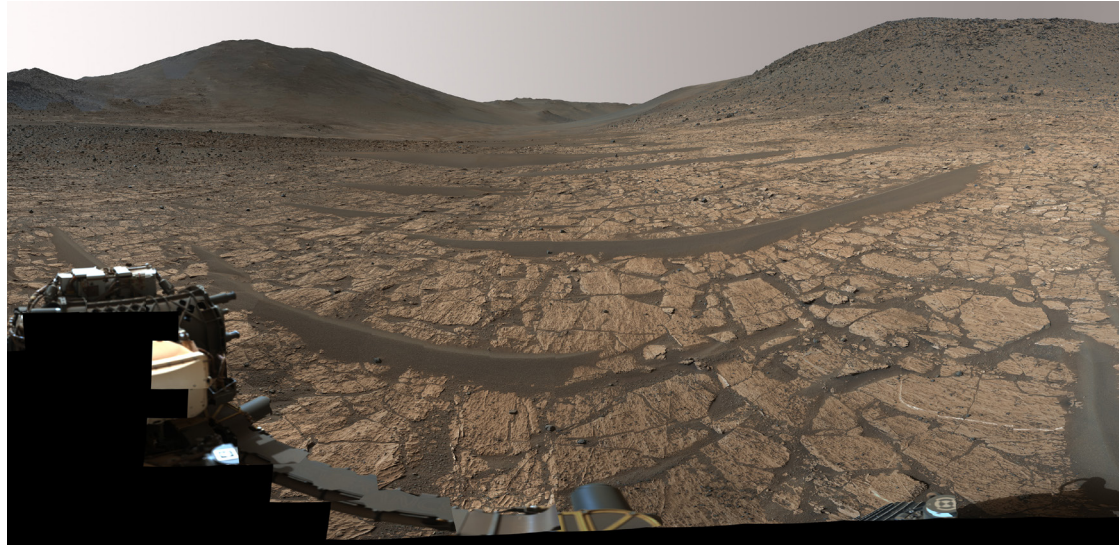
Le selfie est composé de 62 images prises par la caméra WATSON (Wide Angle Topographic Sensor for Operations and eNginEering), qui fait partie de la suite d'instruments SHERLOC (Scanning Habitable Environments with Raman and Luminescence for Organics and Chemicals) située à l'extrémité d'un bras robotique de plus de deux mètres. Les images ont été assemblées après avoir été renvoyées sur Terre. (NASA/JPL-Caltech/MSSS)



Perseverance a capturé cette image de la roche « Cheyava Falls » le 18 juillet 2024, 1212° sol de la mission. La roche est parcourue de grandes veines blanches de sulfates de calcium. Entre ces veines se trouvent des bandes rougeâtres suggérant la présence d'hématite, l'un des minéraux qui donnent à Mars sa teinte rouille distinctive.

Les scientifiques sont particulièrement intéressés par les taches claires irrégulières, de taille millimétrique, sur la bande centrale rougeâtre (du coin inférieur gauche au coin supérieur droit de l'image), entourées d'un mince anneau sombre et conférant un aspect de peau de léopard. Des taches de ce type sur les roches terrestres sédimentaires peuvent se produire lors de réactions chimiques

impliquant l'hématite. Ces réactions peuvent également libérer du fer et du phosphate, provoquant éventuellement la formation de halos noirs, et elles peuvent constituer une source d'énergie pour les microbes. Le matériau blanc visible de chaque côté des taches est parsemé de quelques cristaux d'olivine verte, qui se forment dans les roches ignées telles que les coulées de lave. On ne sait pas si l'olivine s'est formée en même temps que les taches de léopard; les scientifiques espèrent établir une chronologie de la formation de l'olivine et des taches. L'image de la roche a été prise par la caméra WATSON. (NASA/JPL-Caltech/MSSS)



Le rover Perseverance Mars de la NASA a utilisé son instrument Mastcam-Z pour capturer cette vue à 360 degrés d'une région de Mars appelée « Bright Angel » où coulait une ancienne rivière il y a des milliards d'années. Le panorama a été capturé le 12 juin 2024, 1178^e sol de la mission, et est composé de 346 images individuelles qui ont été assemblées après avoir été renvoyées sur Terre. La couleur a été rehaussée pour faire

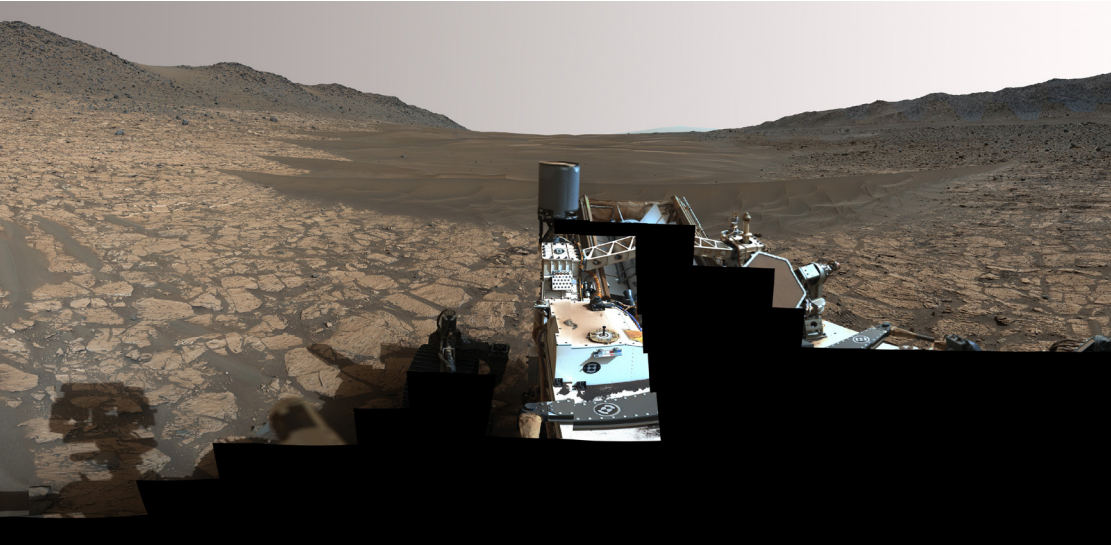
ressortir des détails subtils. Cheyava Falls se trouve légèrement à droite du centre, à 110 mètres du rover. Persévérance elle-même est également visible, bien que la totalité du rover n'ait pas été photographiée dans ce panorama. Le mât du rover est visible en silhouette en bas au centre. (NASA/JPL-Caltech/ASU/MSSS)

Dans sa recherche de signes d'une vie microbienne ancienne, la mission Perseverance s'est concentrée sur des roches qui auraient pu être créées ou affectées il y a longtemps par la présence d'eau. C'est pourquoi l'équipe s'est concentrée sur Cheyava Falls. C'est pour ce genre d'observation clé que SHERLOC a été construit.

De grandes veines blanches de sulfate de calcium alternent avec des bandes rougeâtres qui suggèrent la présence d'hématite, l'un des minéraux qui donne à Mars sa teinte rouille. En examinant de plus près ces régions rouges, Perseverance a mis à découvert des dizaines de taches blanc cassé de forme irrégulière,

de taille millimétrique, chacune entourée d'un halo noir. L'instrument PIXL (Planetary Instrument for X-ray Lithochemistry) de Perseverance a déterminé que ces halos contiennent à la fois du fer et du phosphate. Sur Terre, ces caractéristiques dans les roches sont souvent associées aux fossiles de microbes vivant dans le sous-sol.

Des taches de ce type sur les roches terrestres sédimentaires peuvent se produire lorsque des réactions chimiques impliquant l'hématite font passer la roche du rouge au blanc. Ces réactions peuvent également libérer du fer et du phosphate, provoquant éventuellement la formation de halos noirs. Les



réactions de ce type peuvent constituer une source d'énergie pour les microbes, expliquant l'association entre ces caractéristiques et les microbes en milieu terrestre.

Dans un scénario envisagé par l'équipe scientifique de Perseverance, Cheyava Falls fut initialement un dépôt de boue mélangée à des composés organiques qui ont finalement été cimentés dans la roche. Plus tard des fissures se sont remplies de dépôts minéraux qui ont créé les grandes veines de sulfate de calcium blanc que l'on voit aujourd'hui et qui ont donné naissance aux taches.

La matière organique et les taches de léopard ne sont pas les seuls aspects de la roche qui intriguent les scientifiques. Ils ont été surpris de constater que ces veines sont remplies de cristaux millimétriques d'olivine, un minéral formé à partir de magma. L'olivine pourrait

être liée à des roches qui se sont formées en amont du bord de la vallée fluviale et qui pourraient avoir été produites par cristallisation de magma. Si tel était le cas, l'olivine et le sulfate auraient pu être introduits dans la roche à des températures élevées, créant une réaction chimique abiotique ayant entraîné l'apparition des taches de léopard.

Après avoir bombardé cette roche avec des lasers et des rayons X et l'avoir photographiée littéralement jour et nuit sous tous les angles imaginables, les chercheurs pensent avoir épuisé les ressources de Perseverance. Pour bien comprendre ce qui s'est réellement passé dans cette vallée fluviale du cratère Jezero il y a des milliards d'années, il faudrait ramener l'échantillon de Cheyava Falls sur Terre, afin qu'il puisse être étudié avec de plus puissants instruments.

L'Atlas des nuages de Mars

Basé sur un communiqué Europlanet Society

Un Atlas des nuages de Mars, accessible à tous, a été réalisé par le DLR (Centre aérospatial allemand). Il constitue une base de données contenant 20 ans d'images de nuages capturées depuis 2005 par l'instrument HRSC (High Resolution Stereo Camera) à bord de l'orbiteur Mars Express de l'ESA.

Bien que Mars ait une atmosphère très fine, de nombreuses formations nuageuses peuvent se développer à partir de cristaux de glace d'eau, de dioxyde de carbone ou encore de particules de poussière.

Les nuages sur Mars sont tout aussi divers et fascinants que ceux que nous voyons dans notre ciel, avec certaines caractéristiques uniques propres à la Planète rouge : ainsi les impressionnantes tempêtes de poussière, ou les magnifiques allées de nuages qui se déve-

Ce nuage allongé s'est formé à la suite de la rencontre du vent avec les montagnes d'Arsia Mons. Il se forme presque tous les jours pendant une saison donnée, du petit matin jusqu'à midi.

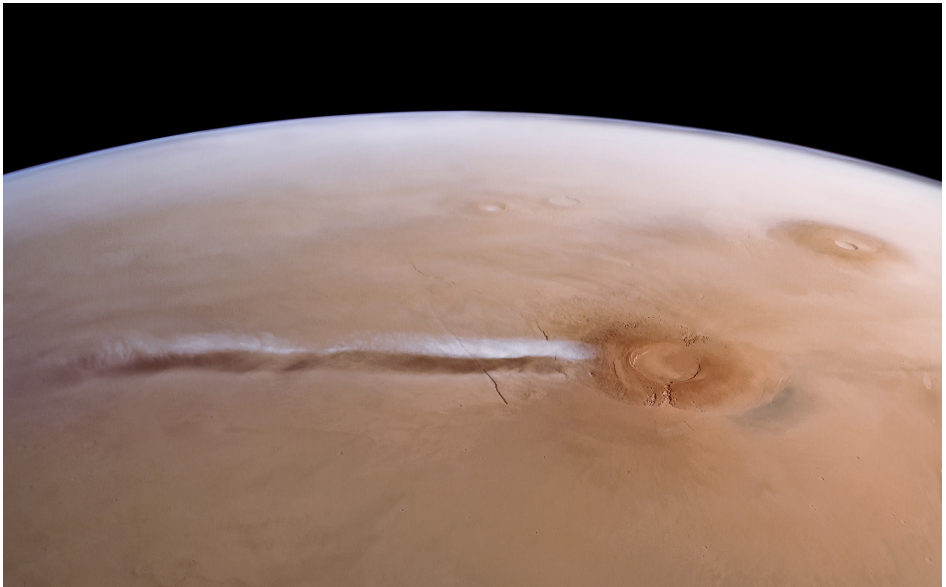
(ESA/DLR/FU Berlin/A. Cowart)

loppent autour de l'énorme relief volcanique de Tharsis et des basses terres du nord au printemps et en été. Bien qu'ils ressemblent à nos cumulus, ils se forment dans des conditions atmosphériques différentes.

La poussière joue un rôle majeur dans l'atmosphère et le climat de Mars. De grandes différences de température et de pression à certaines saisons peuvent entraîner des vents violents qui soulèvent de grandes quantités de poussière de la surface martienne. Les nuages de poussière qui peuvent se propager depuis le sommet des volcans géants, inactifs, prennent l'apparence trompeuse d'éruptions.

Chaque année, de grandes tempêtes de poussière et des systèmes cycloniques peuvent être observés près du pôle nord martien. L'étude de ces phénomènes est essentielle pour les scientifiques afin de comprendre l'atmosphère et la circulation des masses d'air sur Mars.

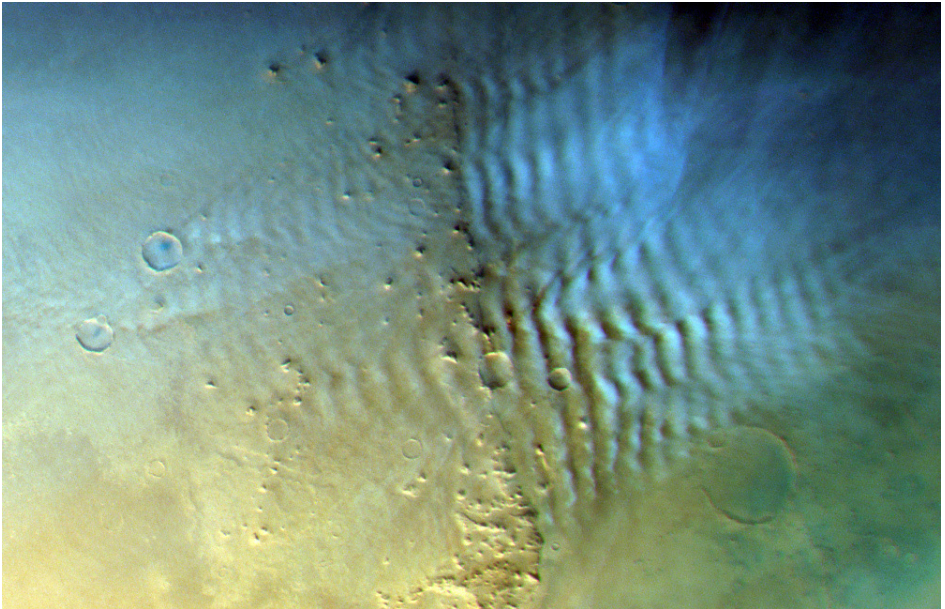
Les vagues de nuages de gravité sont l'une des formations les plus courantes sur Mars et sur Terre. On les observe aux latitudes moyennes en hiver dans les deux hémisphères, ainsi qu'au-dessus du plateau volcanique de Tharsis pendant l'hiver austral. Les ondes



sous le vent, un type particulier de nuages de gravité, peuvent se former du côté sous le vent des montagnes et autres obstacles pour créer des formations de crêtes répétitives.

Certains types de nuages étudiés sont spécifiques des lieux et des saisons. D'autres, dits crépusculaires, peuvent apparaître tôt le matin à n'importe quel endroit ou à n'importe quelle période de l'année.

L'Atlas des nuages du HRSC fournira des informations précieuses sur la nature physique et l'apparence des nuages et des tempêtes, le moment de leur apparition et leur localisation. Ces connaissances aideront à mieux comprendre la dynamique atmosphérique et les cycles climatiques de Mars, ainsi qu'à alimenter les études sur le climat d'autres planètes comme la Terre et Vénus.



Ondes sous le vent.
(ESA/DLR/FU Berlin)

Allées de nuages au-dessus de Vastitas Borealis, une grande zone proche du pôle nord, en grande partie dépourvue de cratères.
(ESA/DLR/FU Berlin/A. Cowart)



Carte infrarouge de la Voie lactée

Basé sur un communiqué ESO

Les astronomes ont publié une gigantesque carte infrarouge de la Voie lactée contenant plus de 1,5 milliard d'objets. Il s'agit de la carte la plus détaillée jamais réalisée à ce jour. À l'aide du télescope VISTA (Visible and Infrared Survey Telescope for Astronomy) de l'Observatoire Européen Austral, l'équipe a observé les régions centrales de notre galaxie pendant plus de 13 ans. Ce projet d'observation est le plus important jamais réalisé avec un télescope de l'ESO.

Cette carte record comprend 200 000 images prises par VISTA, un télescope dont la mission principale est de cartographier de vastes zones du ciel. La caméra infrarouge VIRCAM de VISTA peut scruter la poussière et le gaz qui imprègnent notre galaxie. Elle est donc capable de voir le rayonnement des endroits les plus cachés de la Voie lactée, ouvrant ainsi une fenêtre unique sur notre environnement galactique.

Ce gigantesque ensemble de données, accessible sur le portail de l'ESO, couvre une zone du ciel équivalente à 8 600 pleines lunes et contient environ 10 fois plus d'objets qu'une précédente carte publiée par la même équipe en 2012. Il comprend des étoiles naissantes, enfouies dans des cocons poussiéreux, et des amas globulaires, mais aussi des objets très froids qui brillent à ces longueurs d'onde, comme les naines brunes (des étoiles « ratées » qui n'ont pas de fusion nucléaire soutenue) ou les planètes errantes qui ne sont pas en orbite autour d'une étoile.

Les observations ont commencé en 2010 et se sont terminées au cours du premier semestre 2023, et ont couvert 420 nuits au total. En observant chaque parcelle du ciel plusieurs fois, les astronomes ont pu non seulement déterminer l'emplacement des objets, mais aussi suivre leurs mouvements et leurs changements de luminosité. Ils ont répertorié les étoiles dont la luminosité change périodiquement et qui peuvent être utilisées comme étalons de distance. Cela a permis d'obtenir une vue 3D précise des régions intérieures de la Voie lactée qui étaient auparavant cachées par la poussière. Les chercheurs ont également suivi des étoiles hypervéloces – des étoiles rapides catapultées depuis la région centrale de la Voie lactée après une rencontre rapprochée avec le trou noir supermassif qui s'y trouve.

L'exploration scientifique des données recueillies se poursuivra pendant les prochaines décennies.

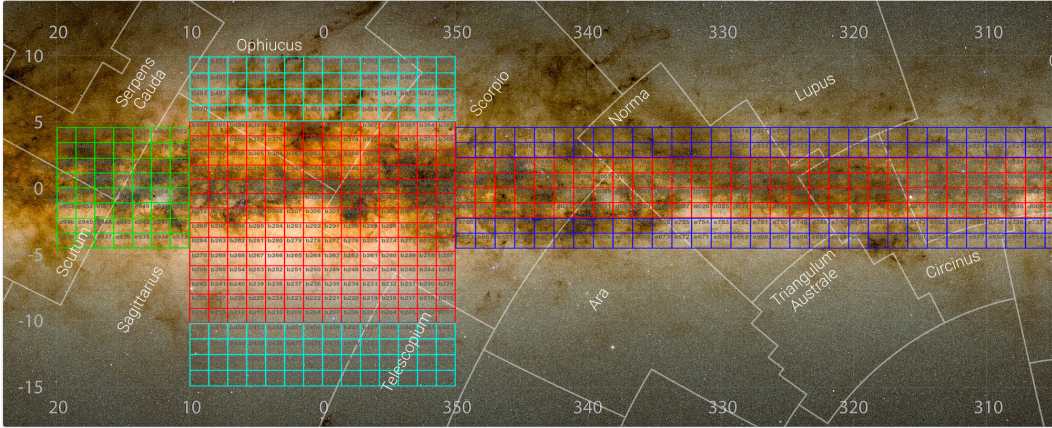


Pendant ce temps, l'observatoire de Paranal de l'ESO se prépare pour l'avenir : VISTA sera mis à niveau avec son nouvel instrument 4MOST et le VLT (Very Large Telescope) recevra son instrument MOONS. Ensemble, ils fourniront les spectres de millions d'objets étudiés ici, et l'on peut s'attendre à d'innombrables découvertes.



Six des plus belles images de la carte infrarouge la plus détaillée de la Voie lactée. De gauche à droite et de haut en bas : NGC 3576, NGC 6357, Messier 17, NGC 6188, Messier 22 et NGC 3603. Tous ces objets sont des nuages de gaz et de poussière où se forment des étoiles, à l'exception de Messier 22, qui est un amas très dense de vieilles étoiles. Les images ont été prises avec le

télescope VISTA de l'ESO et sa caméra infrarouge VIRCAM. La carte gigantesque à laquelle appartient ces images contient 1,5 milliard d'objets. Les données ont été recueillies pendant 13 ans dans le cadre de l'étude VISTA Variables in the Via Láctea (VVV) et de son projet complémentaire, l'étude VVV eXtended (VVVX). (ESO/VVVX survey)



▲ Cette image montre les régions de la Voie lactée cartographiées par l'étude VISTA Variables in the Via Láctea (VVV) et son projet complémentaire, l'étude VVV eXtended (VVVX). La surface totale couverte équivaut à 8 600 pleines lunes.

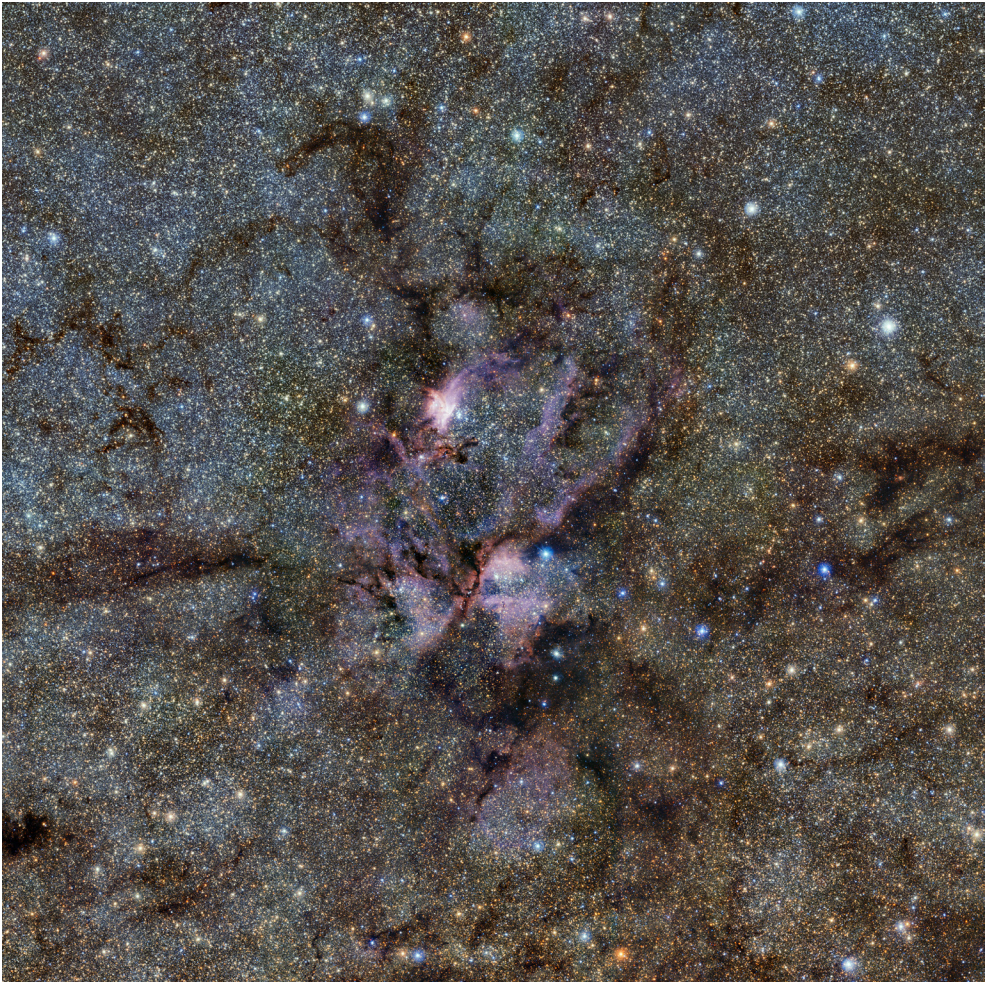
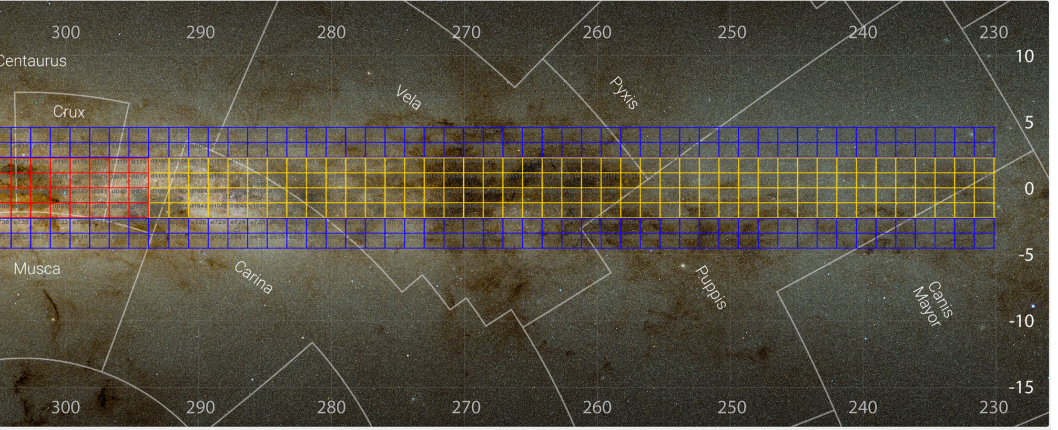
La Voie lactée se compose d'un bulbe central – un conglomerat d'étoiles dense, brillant et gonflé – et d'un disque plat qui l'entoure. Les carrés rouges indiquent les zones centrales de notre galaxie couvertes à l'origine par VVV et réobservées ensuite par VVVX : la majeure partie du bulbe et une partie du disque sur l'un de ses côtés.

Les autres carrés indiquent les régions observées uniquement dans le cadre du relevé VVVX étendu : encore plus de régions du disque des deux côtés (jaune et vert), des régions du disque au-dessus et au-dessous du plan de la galaxie (bleu foncé) et au-dessus et au-dessous du bulbe (bleu clair).

Les chiffres indiquent la longitude et la latitude galactiques, que les astronomes utilisent pour cartographier les objets dans notre galaxie.

Les noms des différentes constellations sont également indiqués. (ESO/VVVX survey)

► Sur la page opposée, NGC 6357, aussi appelée nébuleuse du Homard est une nébuleuse en émission située dans la constellation du Scorpion. Cette image acquise par le télescope VISTA de l'ESO révèle un paysage céleste constitué de vastes nuages de gaz rougeoyant et de spirales de poussières entourant de jeunes étoiles. Cette vue infrarouge fait apparaître la nurserie stellaire NGC 6357 sous un nouveau jour. Elle fait partie du survey VVV (Variables in the Voie lactée) entrepris par VISTA, qui consiste à scanner la Voie lactée afin de cartographier notre galaxie et d'en expliquer la formation. (ESO/VVV Survey/D. Minniti, Ignacio Toledo)



Euclid

Basé sur un communiqué ESA

La mission spatiale Euclid de l'ESA (cf. *Le Ciel* de septembre, p.448), a dévoilé le premier morceau de sa carte de l'Univers, une immense mosaïque de 208 gigapixels. En seulement deux semaines, Euclid a couvert 132 degrés carrés du ciel austral, soit plus de 500 fois la superficie de la pleine Lune.

La mosaïque représente 1 % du relevé qu'Euclid effectuera sur une période de six ans. Au cours de ce relevé qui, *in fine*, couvrira plus d'un tiers du ciel, le télescope détaillera les propriétés de milliards de galaxies jusqu'à 10 milliards d'années-lumière. Ce faisant, il créera la plus grande carte cosmique en 3D jamais réalisée.

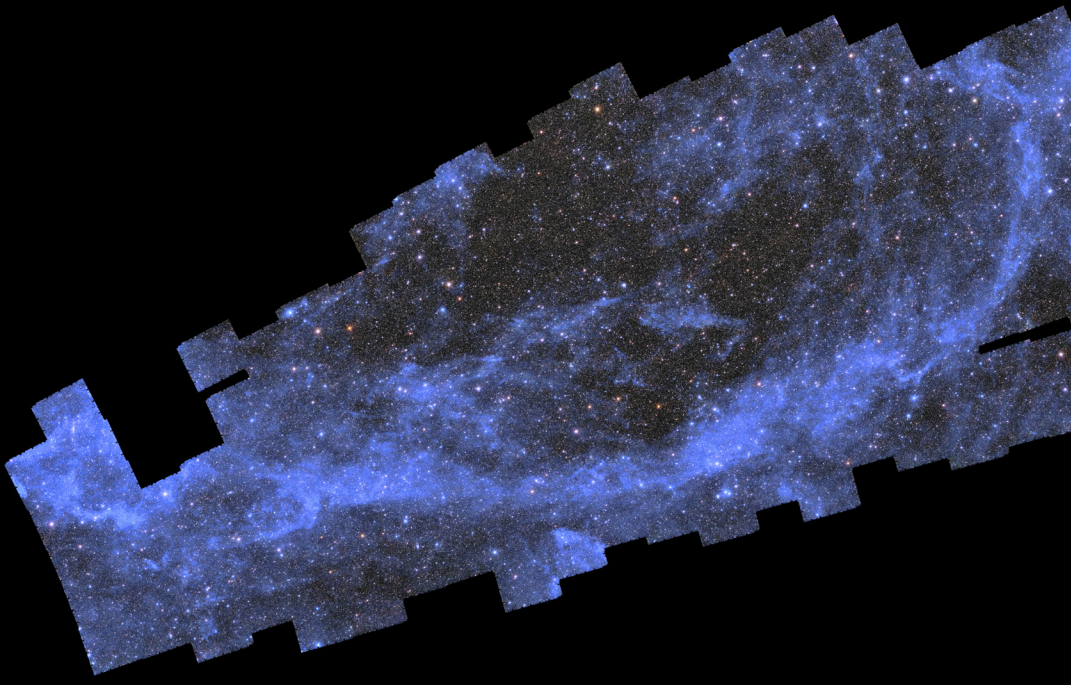
Cette première section contient environ 100 millions de sources : des étoiles de la Voie lactée et des galaxies lointaines. 14 millions de

galaxies pourraient être utilisées pour étudier l'influence cachée de la matière noire et de l'énergie noire sur l'Univers. Ces galaxies sont suffisamment brillantes pour qu'Euclid puisse mesurer les déformations dues aux effets de lentille gravitationnelle.

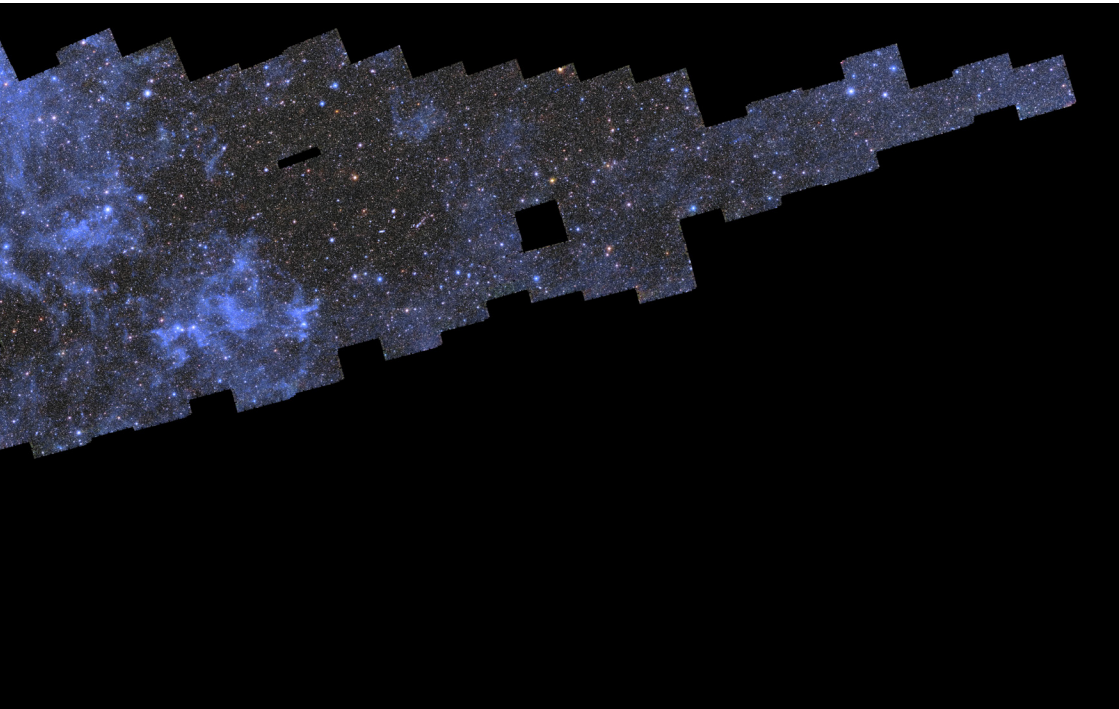
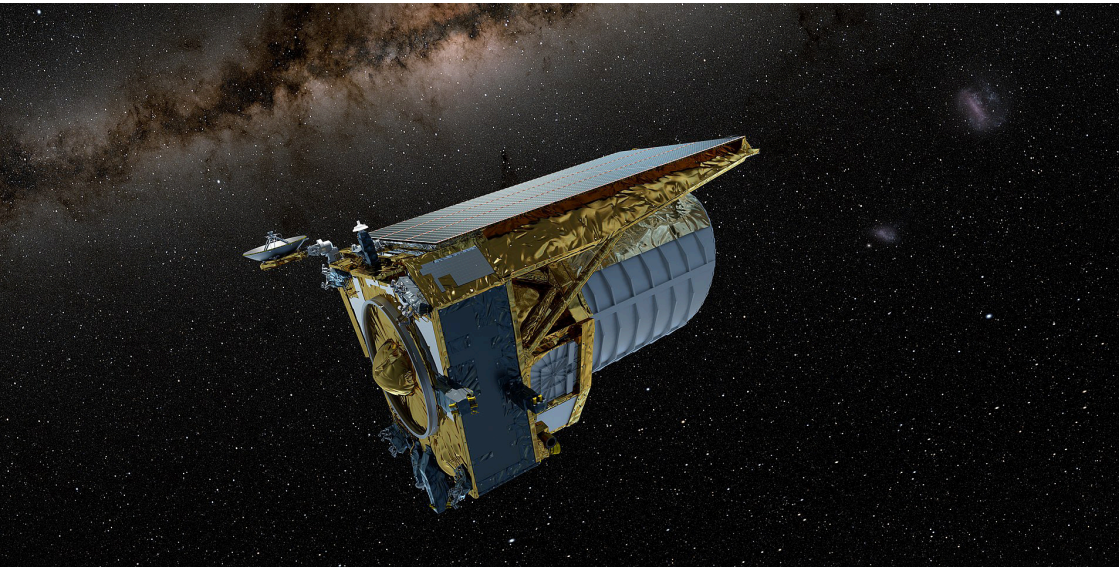
Les variations de la distribution des galaxies au cours du temps cosmique renseigneront également sur l'énergie noire qui influe sur la vitesse d'expansion de l'Univers.

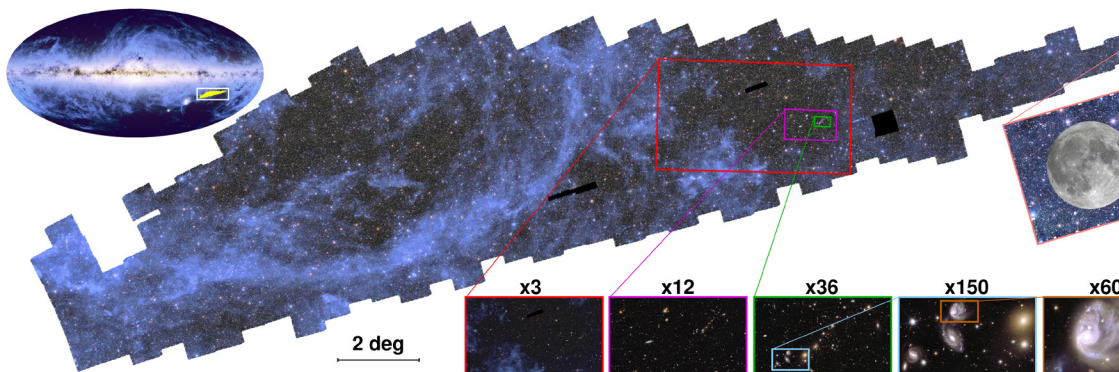
Mosaïque réalisée à partir de 260 observations collectées entre le 25 mars et le 8 avril 2024.

Les canaux bleu, vert et rouge capturent les longueurs d'onde de 0,7, 1,1 et 1,7 micron respectivement. Les régions vides de la mosaïque ont été évitées en raison de la présence d'étoiles très brillantes. (ESA/Euclid/Euclid Consortium/NASA, CEA Paris-Saclay, J.-C. Cuillandre, E. Bertin, G. Anselmi)



Euclid, vue d'artiste (ESA, CC BY-SA 3.0 IGO)





*Les divers niveaux d'agrandissement donnent l'échelle de la mosaïque
(Pour cette image et les 3 suivantes : ESA/Euclid/Euclid Consortium/NASA,
CEA Paris-Saclay, J.-C. Cuillandre, E. Bertin, G. Anselmi ; ESA/Gaia/DPAC ;
ESA/Planck Collaboration)*



Le zoom 36 × montre le cœur de l'amas de galaxies Abell 3381.



Le zoom 150 × capture deux galaxies en interaction (SO 364-G035 et G036) à 420 millions d'années-lumière de nous. À droite de l'image, l'amas de galaxies Abell 3381 est visible, à 678 millions d'années-lumière.



Le zoom 600 × montre la galaxie ESO 364-G036 en grand détail et couvre 1/330 000 de la mosaïque.

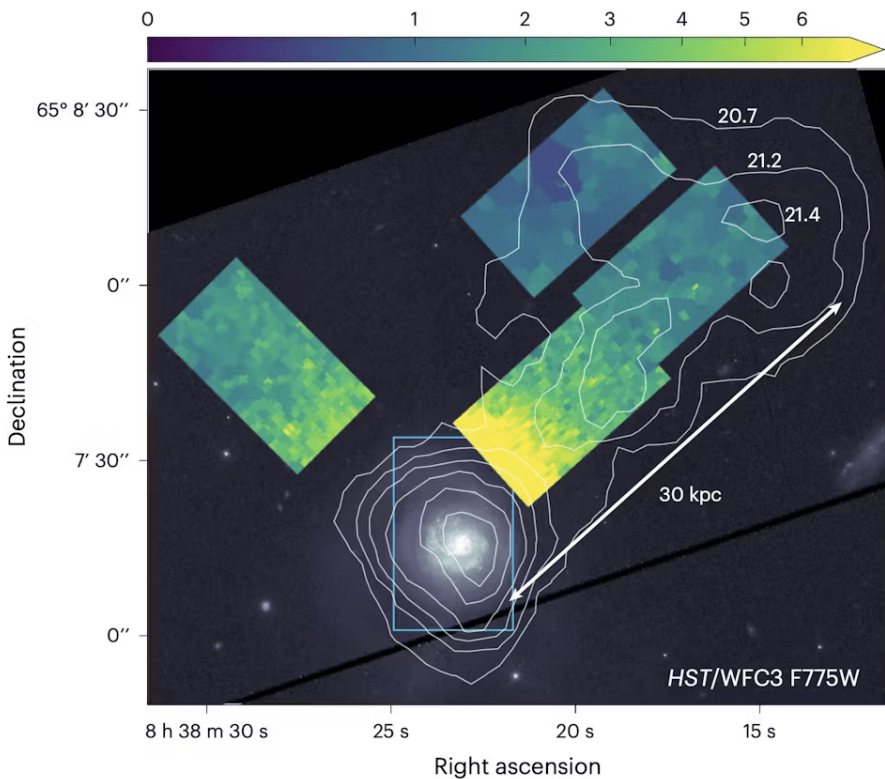
Halos galactiques géants

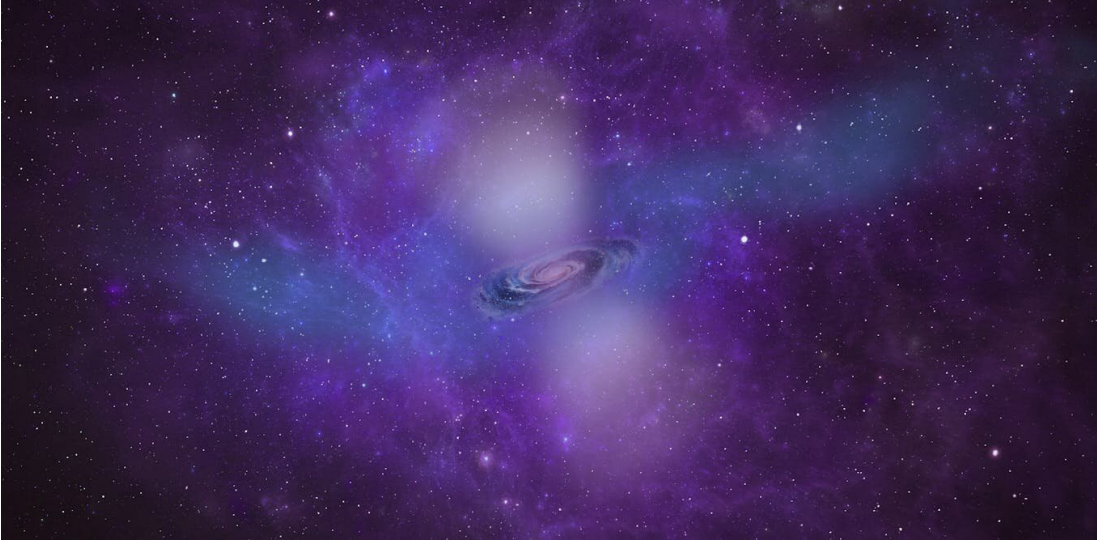
Basé sur un communiqué The Conversation
AU / Swinburne University of Technology.

La majeure partie de la matière de l'Univers ne se trouve pas dans les étoiles qui composent les images spectaculaires que l'on connaît. Outre la matière noire, que les astronomes considèrent faite de particules exotiques, une fraction majeure de la matière normale ne se trouve pas dans les étoiles, mais dans de gigantesques nuages de gaz qui entourent les galaxies. Ces halos contiennent jusqu'à 70 à 90 % de la matière normale de l'Univers, constituée principalement d'hydrogène, d'hélium, de carbone, d'azote et d'oxygène.

Les halos s'étendent sur de vastes régions et sont extrêmement ténus. Leur luminosité est dix à cent mille fois plus faible que les zones brillantes des galaxies. Ils ont été détectés dès les années 1950, lorsque les astronomes ont découvert qu'ils absorbaient certaines fréquences de la lumière d'objets plus lointains. Cependant, ces mesures ponctuelles sont insuffisantes pour caractériser des régions gigantesques de l'espace s'étendant sur des centaines de milliers d'années-lumière.

*La galaxie à forte formation
d'étoiles IRAS 08339+6517, vue
dans une longueur d'onde de
l'oxygène.
(Nielsen et al./Nature
Astronomy)*





*Illustration d'un halo géant autour d'une galaxie.
(Cristy Roberts / ANU / ASTRO 3D)*

Les astronomes en savaient donc très peu sur la taille et la forme exactes des halos, ainsi que sur la façon dont le gaz circule entre eux et leurs galaxies hôtes.

Pendant longtemps, on a cru qu'il était impossible de capturer une image des halos. Mais cela a changé avec le développement d'un type de spectrographe permettant d'obtenir des spectres en tous points d'une image.

Un tel spectrographe ultra-sensible, le Keck Cosmic Web Imager a été installé sur le télescope Keck, l'un des plus grands télescopes optiques au monde. Son emplacement au sommet du volcan Mauna Kea à Hawaï est l'un des meilleurs sites astronomiques au monde. Il a été utilisé pour observer pendant une nuit entière l'espace apparemment vide autour d'une galaxie. C'est ainsi qu'a été générée l'image d'un halo de gaz couvrant une région dix fois plus grande que la galaxie telle

qu'on la voit habituellement. Curieusement, l'image de la galaxie ne se fond pas en douceur dans le halo environnant. Il y a une rupture abrupte entre l'un et l'autre.

Il reste encore un doute quant à la raison pour laquelle nous pouvons voir ce gaz. Il brille, mais nous ne savons pas pourquoi.

Nous observons souvent l'émission de l'hydrogène à l'intérieur d'une galaxie et nous savons qu'il brille parce qu'il a été réchauffé par un fort rayonnement provenant d'étoiles proches. En dehors d'une galaxie cependant, il n'y a pas assez d'étoiles pour expliquer la lueur. Il est possible que le halo soit constitué de courants de gaz se déplaçant dans des directions différentes. Lorsque les courants entrent en collision à grande vitesse, le choc les fait briller. Une autre possibilité est que des étoiles très massives et des trous noirs situés à l'intérieur des galaxies produisent de très grandes quantités de lumière ultraviolette. Une partie de cette lumière peut s'échapper de la galaxie et pourrait fournir une sorte d'éclairage UV ambiant.

Un duo de trous noirs supermassifs

Basé sur un communiqué NASA/Hubble

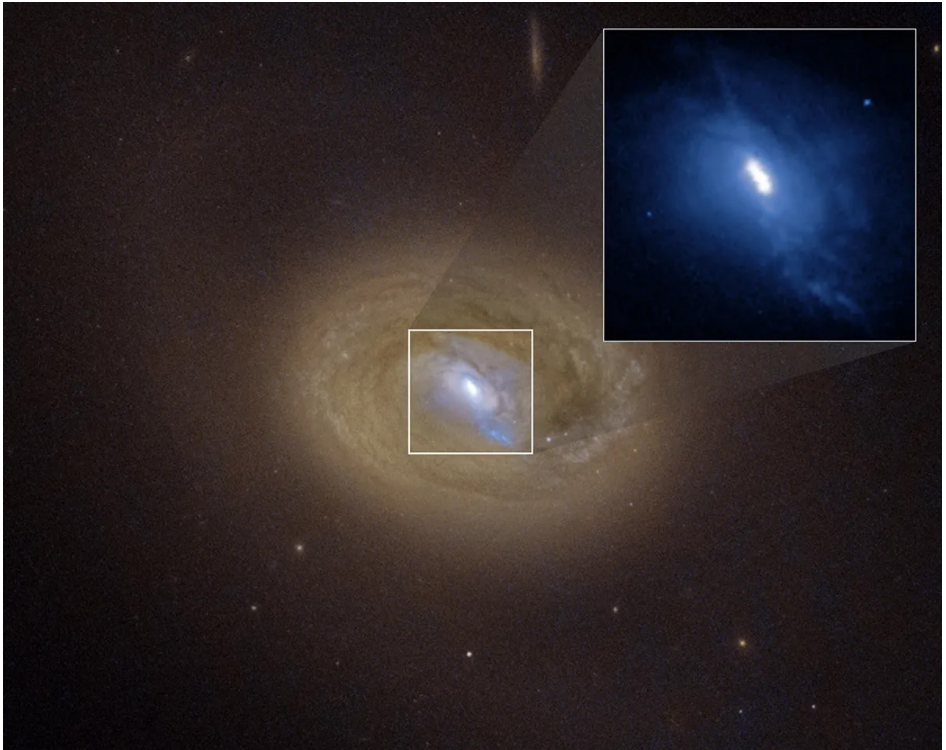
En pratique, les étoiles n'entrent jamais en collision les unes avec les autres. Le rapport entre leurs diamètres et les distances qui les séparent est de l'ordre du dix-millionième. Les galaxies, par contre, entrent en collision. La distance entre la Voie lactée et la galaxie voisine d'Andromède est énorme, 2,2 millions d'années-lumière, mais elle n'est que 20 fois la taille de notre galaxie. Il y aura un jour une collision et une fusion entre les deux géantes.

Lorsque des galaxies entrent en collision, leurs trous noirs fusionnent pour former un seul trou noir. Le télescope spatial Hubble et l'observatoire à rayons X Chandra ont observé MCG-03-34-64, une paire de galaxies actives (AGN) en collision, et cela a permis de décou-

vrir des trous noirs supermassifs jumeaux valant l'un autour de l'autre. Les trous noirs sont séparés par environ 300 années-lumière, ce qui en fait la paire d'AGN la plus serrée observée dans les longueurs d'onde de la lumière visible et des rayons X.

Bien que plusieurs dizaines de trous noirs doubles aient été découverts auparavant, leurs séparations sont généralement bien plus grandes que celle découverte dans MCG-03-34-64. Les astronomes avaient déjà observé en ondes radio une paire de trous noirs encore plus serrée que dans MCG-03-34-64, mais

Image Hubble de MCG-03-34-064. Deux des trois points brillants sont des trous noirs supermassifs. Le troisième est probablement un nuage de gaz.
(NASA, ESA, A.T. Falcão/CfA, J. DePasquale/STScI)



sans confirmation dans d'autres longueurs d'onde.

Les galaxies binaires AGN de ce type étaient probablement plus courantes dans l'univers primitif, lorsque les fusions de galaxies étaient plus fréquentes. Cette découverte offre un aperçu unique d'un exemple proche, situé à environ 800 millions d'années-lumière.

Cette découverte fut le fruit du hasard. L'imagerie haute résolution du télescope Hubble dans la lumière de l'oxygène a révélé trois pics de diffraction dans la galaxie hôte, De tels pics se présentent pour des objets ponctuels, comme des étoiles. Ils indiquent donc de fortes concentrations d'oxygène dans des régions très petites.

Les astronomes ont alors examiné la même galaxie en rayons X à l'aide de l'observatoire Chandra et ils ont aperçu deux sources distinctes et puissantes d'émission de haute énergie coïncidant avec les points lumineux optiques brillants observés par Hubble. Il en ont conclu qu'ils étaient probablement en train d'observer deux trous noirs supermassifs très rapprochés.

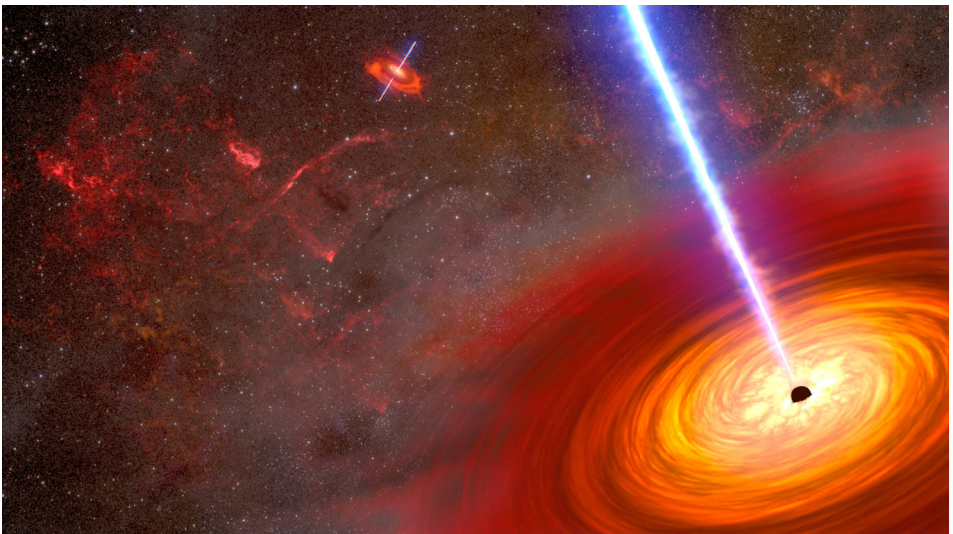
Pour étayer leur interprétation, les chercheurs ont utilisé des données radio archivées du Karl G. Jansky Very Large Array près de

Socorro, au Nouveau-Mexique. Le duo de trous noirs énergétiques émet également de puissantes ondes radio. La conclusion était qu'il s'agit bien d'un duo de trous noirs.

La troisième source observée par Hubble est d'origine inconnue et des données supplémentaires sont nécessaires pour la comprendre. Il pourrait s'agir de gaz choqué par l'énergie d'un jet de plasma ultra-rapide émis par l'un des trous noirs, comme un jet d'eau d'un tuyau d'arrosage s'écrasant sur un tas de sable.

Les deux trous noirs supermassifs se trouvaient autrefois au cœur de galaxies distinctes. Une fusion entre les galaxies a rapproché les trous noirs. Ils continueront de se rapprocher l'un de l'autre jusqu'à leur fusion, dans peut-être 100 millions d'années, ébranlant la structure de l'espace et du temps sous forme d'ondes gravitationnelles.

*Représentation artistique d'une paire de trous noirs actifs au cœur de deux galaxies en train de fusionner. Les trous noirs sont tous deux entourés d'un disque d'accrétion de gaz chaud. Une partie de la matière est éjectée le long de l'axe de rotation de chaque trou noir. L'arrière-plan est parsemé d'étoiles et de nuages de gaz et de poussière.
(NASA, ESA, Joseph Olmsted (STScI))*



Rotations étranges

Basé sur un communiqué University of Helsinki

Le Soleil tourne plus rapidement à l'équateur qu'aux pôles, avec une diminution monotone du taux de rotation en fonction de la latitude. Les astronomes ont donc été surpris de constater que V889 Herculis a sa rotation maximale à la latitude d'environ 40 degrés, tandis que l'équateur et les régions polaires tournent plus lentement.

Un tel profil de rotation n'a été observé pour aucune autre étoile. Le résultat est stupéfiant car la rotation stellaire était censée être un paramètre physique fondamental bien compris et un tel profil de rotation n'avait pas été prédit. Notre compréhension de la dynamique stellaire et des dynamos magnétiques est clairement insuffisante.

V889 Herculis ressemble beaucoup au Soleil jeune, et mieux la comprendre devrait aider, par exemple, à prédire les phénomènes induits par l'activité à la surface solaire, tels que les taches et les éruptions.

Les étoiles sont des structures sphériques où la matière est à l'état de plasma. Ce sont des objets dynamiques en équilibre entre la pression générée par les réactions nucléaires dans le noyau et la gravité. La rotation stellaire est différentielle, ce qui signifie qu'elle n'est pas la même à toutes les latitudes. Cela est dû au fait que le plasma chaud monte à la surface de l'étoile via un processus de convection qui, à son tour, influence la vitesse de rotation

locale. En effet, le moment cinétique doit être conservé et la convection se produit perpendiculairement à l'axe de rotation près de l'équateur alors qu'elle est parallèle à l'axe près des pôles.

Cependant, de nombreux facteurs tels que la masse stellaire, l'âge, la composition chimique, la période de rotation et le champ magnétique ont des effets sur la rotation et donnent lieu à des variations dans les profils de rotation.

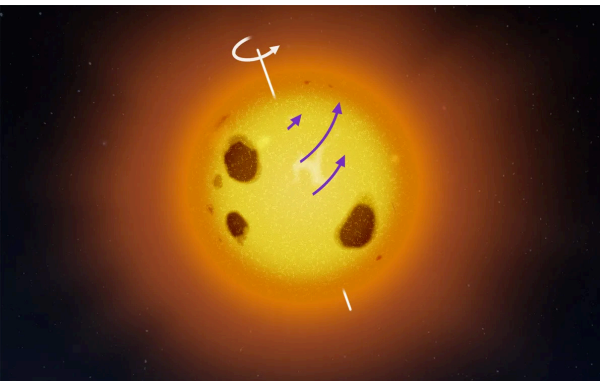
Le Soleil était jusqu'à présent la seule étoile pour laquelle l'étude du profil de rotation avait été possible. Les astronomes ont maintenant déterminé ce profil pour deux étoiles jeunes, proches, en appliquant une nouvelle modélisation statistique aux observations de luminosité.

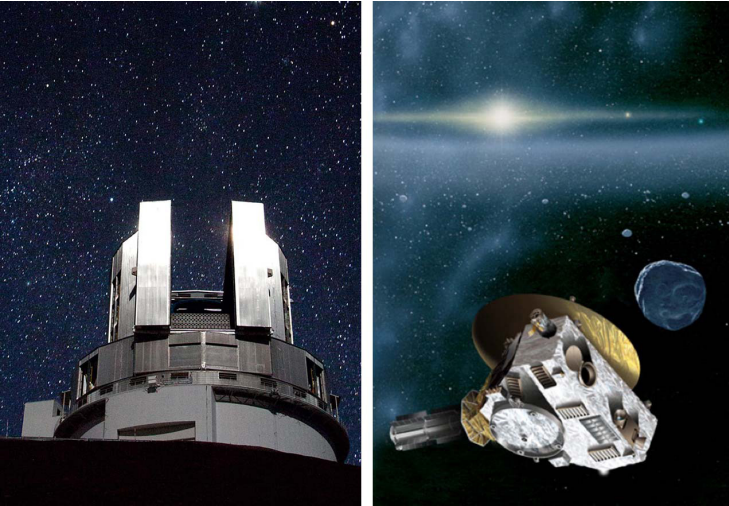
Les chercheurs se basent sur des observations réalisées à l'observatoire Fairborn depuis une trentaine d'années à l'aide de télescopes robotiques de seulement 40 cm d'ouverture. Ils ont modélisé les variations périodiques des observations en tenant compte des différences dans le mouvement apparent des taches à différentes latitudes.

Contrairement à V889 Herculis, la seconde étoile cible, LQ Hydrae, tourne comme un corps rigide avec une rotation pratiquement identique de l'équateur aux pôles.

V889 Herculis et LQ Hydrae, âgées d'environ 50 millions d'années, ressemblent à bien des égards au Soleil jeune. Elles ont une rotation très rapide, avec des périodes d'environ un jour et demi. Pour cette raison, les observations de luminosité sur de longues bases de temps contiennent de nombreux cycles de rotation, ce qui a permis l'étude statistique.

Le profil de rotation de V889 Herculis diffère considérablement de celui du Soleil, avec une vitesse angulaire maximale à une latitude d'environ 40 degrés. Ce comportement intrigue les astronomes et son étude devrait conduire à mieux comprendre l'activité du Soleil, son magnétisme, les éruptions...
(Jani Narhi)





Le télescope Subaru et la sonde spatiale New Horizons. (NAOJ/Southwest Research Institute)

Au-delà de la ceinture de Kuiper

Basé sur un communiqué NAOJ

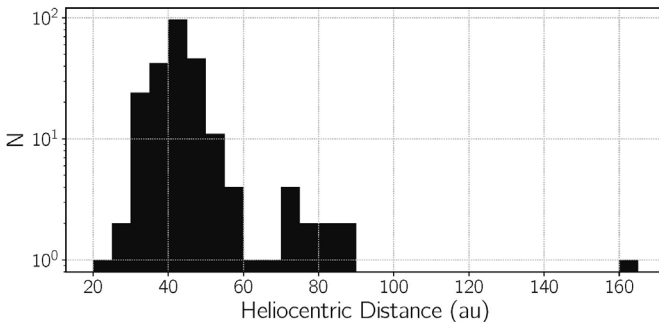
Le télescope Subaru a observé assidûment le Système solaire externe en support de la sonde New Horizons qui explore la ceinture de Kuiper. Le but de cette recherche, entreprise dès avant le lancement de la sonde, est de trouver des KBO (Kuiper Belt Objects) dignes d'intérêt pour New Horizons. La moisson s'élève déjà à 263 KBO. Onze d'entre eux orbitent au-delà de la limite acceptée de la ceinture de Kuiper.

On savait que des objets erraient à ces grandes distances mais on supposait qu'il s'agissait de cas exceptionnels. La découverte de onze intrus montre qu'il s'agit en réalité

de toute une population, une ceinture située au-delà de celle de Kuiper et séparée d'elle par un écart relativement important. De telles structures en anneaux concentriques existent autour de nombreuses étoiles jeunes, comme le montrent les observations faites avec le réseau ALMA.

Cette découverte, si elle se confirme, suggère que la nébuleuse solaire primordiale était plus grande qu'on ne le pensait, comparable à beaucoup d'autres systèmes planétaires, ce qui aurait des implications sur les théories de formation des planètes.

Savoir que le Système solaire est plus dans la norme augmente les chances que la vie existe ailleurs.



Histogramme des objets de la ceinture de Kuiper découverts avec Subaru, en fonction de la distance au Soleil. Ces observations révèlent un gap entre 55 et 70 unités astronomiques. (Wesley Fraser)