



Astronomie dans le monde

Premier portrait d'une étoile extragalactique

Basé sur un communiqué ESO

Située à 160 000 années-lumière dans le Grand Nuage de Magellan, l'étoile WOH G64 a été imagée grâce au Very Large Telescope Interferometer (VLTI) de l'ESO. Alors que les astronomes ont pris environ deux douzaines d'images d'étoiles de notre galaxie, aucune n'avait encore été prise au-delà.

Les astronomes connaissent WOH G64 depuis des décennies et l'ont surnommée à juste titre « l'étoile géante ». D'une taille environ 2 000 fois supérieure à celle du Soleil, WOH G64 est classée parmi les supergéantes rouges.

Dès 2005 les astronomes ont utilisé le VLTI pour en savoir plus sur les caractéristiques de l'étoile. Mais une véritable image de cette étoile a dû attendre le développement de l'un des instruments de deuxième génération du VLTI, GRAVITY.

Les observations montrent que l'étoile a fort changé au cours des dix dernières années. Au cours de leur dernière phase de vie, les supergéantes rouges comme WOH G64 se débarrassent de leurs couches externes de gaz et de poussière, un processus qui peut durer

WOH G64 est une étoile mourante, deux mille fois plus grosse que le Soleil. L'image de l'étoile (à gauche) est la première image en gros plan d'une étoile en dehors de notre galaxie. Cette avancée a été possible grâce à l'interféromètre du Very Large Telescope (VLTI). La vue d'artiste, à droite, reconstitue les structures autour de l'étoile. (ESO/K. Ohnaka et al., L. Calçada)

des milliers d'années. Cette étoile est l'une des plus extrêmes de son genre, et tout changement radical peut la rapprocher d'une fin explosive.

L'équipe pense que la matière éjectée pourrait également être responsable de l'affaiblissement de l'étoile ainsi que de la forme inattendue du cocon de poussière qui l'entoure. La nouvelle image révèle que le cocon est étiré, ce qui a surpris les scientifiques, qui s'attendaient à une forme différente sur la base des observations précédentes et des modèles informatiques. L'équipe estime que la forme ovoïde du cocon pourrait s'expliquer soit par l'éjection de matière par l'étoile, soit par l'influence d'une étoile compagne non encore découverte.

Jets géants

*Basé sur un communiqué
Keck Observatory*

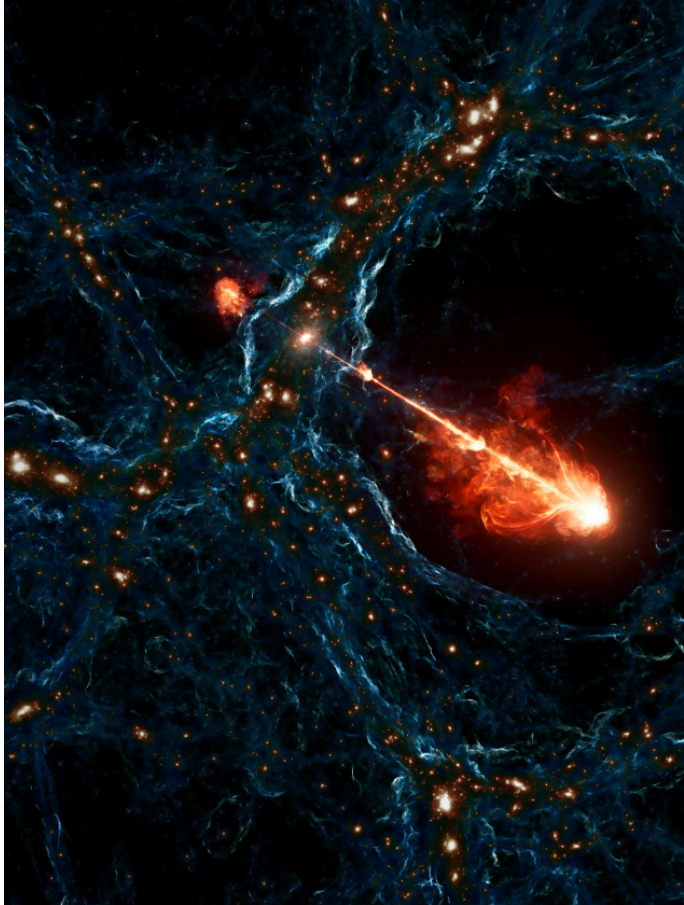
Les astronomes ont repéré les plus grands jets bipolaires jamais observés issus d'un trou noir. Ils s'étendent sur 23 millions d'années-lumière, soit 140 fois la Voie lactée.

Cette mégastructure, surnommée Porphyriion d'après un géant de la mythologie grecque, date d'une époque où l'Univers avait 6,3 milliards d'années, soit la moitié de son âge actuel. Ces jets, dont la puissance totale équivaut à celle de milliers de milliards de soleils, jaillissent d'un trou noir supermassif situé au cœur d'une galaxie lointaine.

Avant la découverte de Porphyriion, le plus grand système de jets confirmé était Alcyonée, également nommé d'après un géant de la mythologie grecque. Alcyonée, qui a été découvert en 2022 par la même équipe que Porphyriion, s'étend sur l'équivalent d'une centaine de Voies lactées. À titre de comparaison, les célèbres jets de Centaurus A, le système majeur le plus proche de la Terre, s'étendent sur 10 Voies lactées.

Les dernières découvertes suggèrent que ces systèmes de jets géants pourraient avoir eu une influence importante sur la formation des galaxies. Porphyriion existait à une époque où les filaments de la toile cosmique, qui relient et alimentent les galaxies, étaient plus proches les uns des autres qu'aujourd'hui. Cela signifie que d'énormes jets comme Porphyriion affectaient une plus grande partie de la toile cosmique que les jets actuels.

On pense que les jets peuvent diffuser d'énormes quantités d'énergie qui influent sur la croissance de leurs galaxies hôtes et d'autres



*Vue d'artiste des jets de Porphyriion.
(E. Wernquist / D. Nelson /
IllustrisTNG Collaboration / M. Oei)*

galaxies proches. La découverte de Porphyriion montre que leurs effets peuvent s'étendre bien plus loin qu'on ne le pensait.

Pour trouver la galaxie qui a généré Porphyriion, l'équipe a utilisé le Giant Metrewave Radio Telescope en Inde ainsi que des données provenant du projet DESI (Dark Energy Spectroscopic Instrument) de Kitt

Peak. Les observations ont permis de localiser le foyer des jets, une galaxie imposante dix fois plus massive que la Voie lactée.

Les observations de Keck ont ensuite montré que Porphyriion est distant de 7,5 milliards d'années-lumière.

Jusqu'à présent, ces systèmes de jets géants semblaient être cantonnés à l'Univers récent. Si des jets lointains peuvent s'étendre à l'échelle de la toile cosmique, alors chaque endroit de l'Univers a pu être affecté par l'activité des trous noirs à un moment ou l'autre.

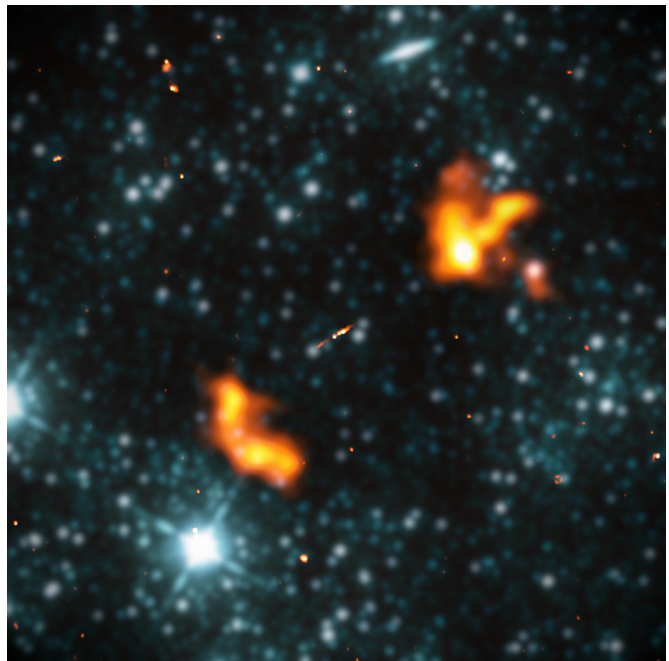
Le spectromètre imageur à faible résolution (LRIS) de l'observatoire Keck a également révélé que Porphyriion est né de ce que l'on appelle un trou noir actif en mode radiatif, par opposition à un trou noir en mode jet. Lorsque les trous noirs supermassifs deviennent actifs, ils émettent de l'énergie sous forme de rayonnement ou de jets. Les trous noirs en mode radiatif étaient plus courants dans l'Univers jeune ou lointain, tandis que les trous noirs en mode jet sont plus courants dans l'Univers actuel.

Le fait que Porphyriion soit issu d'un trou noir en mode radiatif a été une surprise, car les astronomes ne savaient pas que ce mode pouvait produire des jets aussi énormes et puissants. De plus, comme Porphyriion se trouve dans l'Univers lointain où abondent les trous noirs en mode radiatif, cette découverte implique qu'il pourrait rester encore beaucoup plus de jets colossaux à découvrir.

*Image en fausses couleurs d'Alcyonée combinant des données radio (orange) et infrarouges (bleu).
(M. Oei; CC BY-SA 4.0)*

On ne sait toujours pas comment les jets peuvent s'étendre si loin au-delà de leurs galaxies hôtes sans les déstabiliser. Les observations montrent qu'il n'y a rien de particulier dans l'environnement de ces sources géantes qui les amène à atteindre ces tailles énormes. Il faut peut-être un événement d'accrétion exceptionnellement long et stable autour du trou noir supermassif central pour lui permettre d'être actif aussi longtemps – environ un milliard d'années – et pour garantir que les jets continuent à pointer dans la même direction pendant tout ce temps. Et ce phénomène doit être relativement courant.

Le magnétisme de notre planète permet à la vie de prospérer, c'est pourquoi il est important de comprendre comment il est apparu. Il imprègne la toile cosmique, se propage dans les galaxies et les étoiles, et finalement jusqu'aux planètes, mais la question est : où commence-t-il ? Ces jets géants ont-ils répandu le magnétisme à travers le cosmos ?



Trop gros trous noirs

Basé sur un communiqué NASA

Les observations faites avec le télescope spatial Hubble ont conduit à la découverte d'un excès apparent de trous noirs dans l'Univers primitif. Ce résultat devrait aider les scientifiques à comprendre comment les trous noirs supermassifs ont été créés.

Les chercheurs n'ont pas une idée précise de la façon dont les premiers trous noirs se sont formés peu de temps après le Big Bang. Pourtant, on sait que des trous noirs supermassifs, pouvant peser plus d'un milliard de soleils, existaient déjà au centre de plusieurs galaxies moins d'un milliard d'années après le Big Bang. Soit ils se sont formés avec des masses déjà très grandes, soit ils ont grandi extrêmement rapidement.

Les trous noirs jouent un rôle important dans le cycle de vie des galaxies, mais on en connaît encore mal les détails. Afin d'obtenir une image complète du lien entre l'évolution des galaxies et celle des trous noirs, les chercheurs ont utilisé Hubble pour estimer le nombre de trous noirs présents parmi des galaxies peu lumineuses, lorsque l'Univers n'avait que quelques pour cent de son âge actuel.

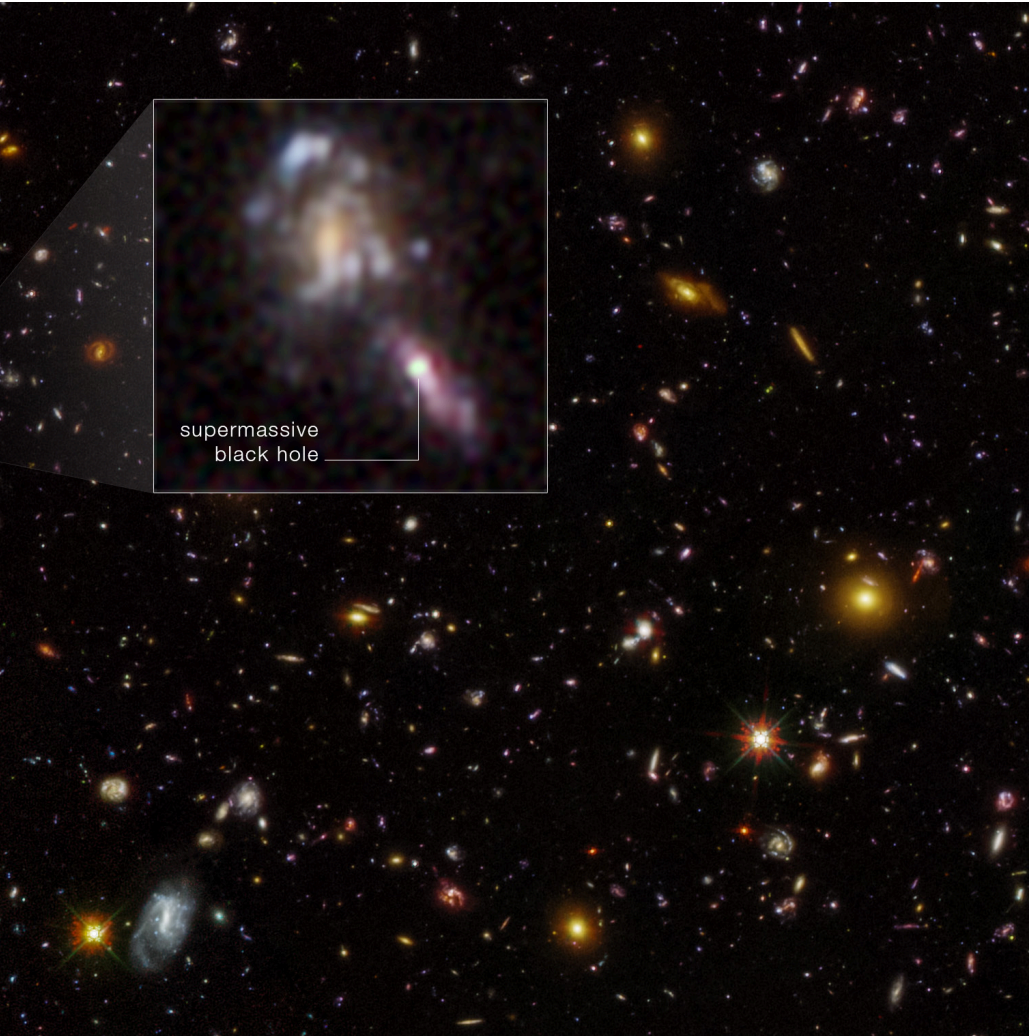
Les observations ont été faites dans le « champ ultra-profond de Hubble », une zone qui comprend près de 10 000 galaxies et qui est l'image la plus profonde du cosmos obtenue en lumière visible. Les observations ont été reconduites par Hubble après plusieurs années. Cela a permis de mesurer les variations de luminosité des galaxies. Ces variations sont un signe révélateur de la présence de trous noirs. L'équipe a ainsi pu identifier plus de trous noirs que ce que les autres méthodes avaient permis de découvrir auparavant.

Les nouveaux résultats suggèrent que certains trous noirs se sont probablement formés par l'effondrement d'étoiles massives au cours du premier milliard d'années du cosmos. Ces étoiles n'ont pu exister qu'à ces époques très anciennes car la génération suivante était déjà polluée par les éléments qu'elles avaient produits. Parmi les alternatives conduisant à la formation de trous noirs, il y a l'effondrement de nuages de gaz, la fusion d'étoiles dans des amas massifs et les hypothétiques trous noirs primordiaux qui se seraient formés dans les premières secondes du Big Bang. Grâce à ces nouvelles informations sur la formation des trous noirs, des modèles plus précis de la formation des galaxies devraient émerger.

Avec les modèles de croissance des trous noirs, les calculs de l'évolution des galaxies peuvent désormais être placés sur une base plus physique, avec un schéma précis de la façon dont les trous noirs sont apparus à partir de l'effondrement d'étoiles massives.



*(NASA, ESA,
M. Hayes/U Stockholm,
S.V.W. Beckwith/UC
Berkeley, G. Illingworth/UC
Santa Cruz, R. Ellis/UCL,
J.DePasquale/STScI)*



Nouvelle image du champ ultra-profond de Hubble. La première imagerie profonde du champ a été réalisée par Hubble en 2004. Elle avait nécessité 800 expositions prises sur 400 orbites de Hubble autour de la Terre. La durée totale d'exposition a été de 11,3 jours, entre le 24 septembre 2003 et le 16 janvier 2004. Le même champ a été observé par Hubble plusieurs années plus tard, puis encore en 2023. En comparant les expositions dans le proche infrarouge de la caméra à grand champ 3 de Hubble prises en 2009, 2012 et 2023, les

astronomes ont trouvé des signes de la présence de trous noirs supermassifs au cœur des premières galaxies. Un exemple est visible sous la forme d'un objet brillant dans la vignette. Certains trous noirs supermassifs n'avalent pas constamment la matière environnante, mais par à-coups et par rafales, ce qui fait varier leur luminosité. Cela peut être détecté en comparant les images du champ ultra-profond de Hubble prises à différentes époques. L'enquête a trouvé plus de trous noirs que prévu.

Uranus

*Basé sur des communiqués NASA/
JPL et Imperial College London*

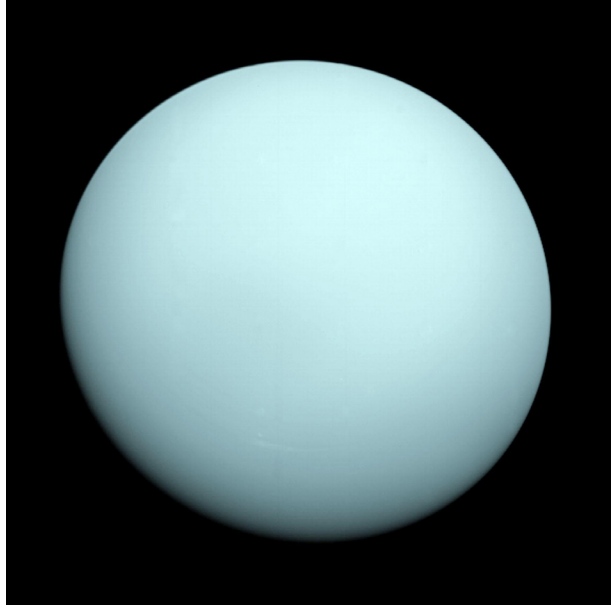
En 1986, Voyager 2 survolait Uranus, offrant aux scientifiques la première vue rapprochée – et jusqu’à présent la seule – de cette étrange planète. Outre la découverte de nouvelles lunes et de nouveaux anneaux, les scientifiques ont dû faire face à de nouveaux mystères. Les particules de grande énergie circulant autour de la planète défiaient les idées sur la manière dont les champs magnétiques fonctionnent pour les piéger. Uranus confirmait ainsi sa réputation d’être une exception dans le Système solaire, réputation que lui valait déjà l’inclinaison curieuse de son axe.

Aujourd’hui, de nouvelles recherches analysant les données recueillies lors de ce survol il y a 38 ans ont révélé que, dans les jours précédant le survol de Voyager 2, la planète avait été affectée par un type inhabituel de météo spatiale qui a comprimé considérablement la magnétosphère d’Uranus. Le vaisseau spatial a vu Uranus dans des conditions qui ne se produisent que 4 % du temps.

Les magnétosphères servent de bulles protectrices autour des planètes dotées d’un champ magnétique, les tenant à l’abri du plasma du vent solaire. Il est important d’en savoir plus sur le fonctionnement des magnétosphères, ne serait-ce que pour mieux comprendre notre propre planète.

Les scientifiques étaient impatients d’étudier la magnétosphère d’Uranus, et ce qu’ils ont vu dans les données de Voyager 2 en 1986 les a déconcertés. À l’intérieur de la magnétosphère de la planète se trouvaient des ceintures de radiations dont l’intensité n’était surpassée que par les redoutables ceintures de Jupiter. Mais il n’y avait apparemment aucune source de particules de haute énergie pour les alimenter. En fait, le reste de la magnétosphère d’Uranus était presque dépourvu de gaz ionisé.

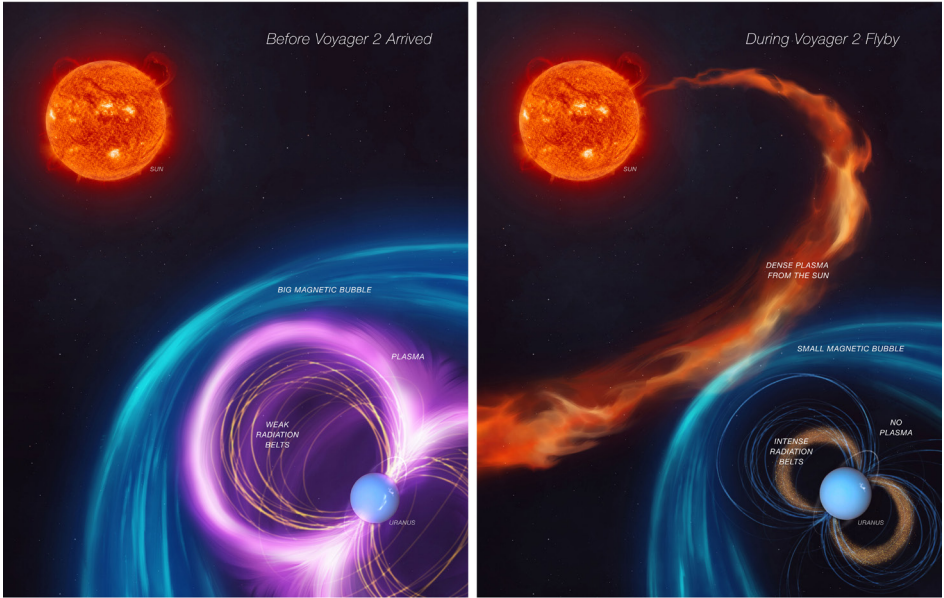
L’absence de plasma a également intrigué les scientifiques, car ils savaient que les cinq



La sonde Voyager 2 de la NASA a capturé cette image d’Uranus alors qu’elle survolait la planète géante en 1986. De nouvelles recherches utilisant les données de la mission montrent qu’un à-coup du vent solaire a eu lieu pendant le survol, expliquant un mystère qui planait depuis lors sur la magnétosphère de la planète. (NASA/JPL-Caltech)

lunes principales d’Uranus circulant dans la bulle magnétique auraient dû produire des ions d’eau, comme le font les lunes glacées autour d’autres planètes extérieures. Ils en ont conclu que les lunes devaient être inertes.

Alors pourquoi n’a-t-on pas observé de plasma et que s’est-il passé pour renforcer les ceintures de radiations ? La nouvelle analyse des données pointe vers le vent solaire qui, en frappant et comprimant la magnétosphère a probablement expulsé le plasma hors du système. Cet épisode de vent solaire aurait également intensifié brièvement la dynamique de la magnétosphère en y injectant des électrons.



Ces découvertes pourraient être une bonne nouvelle pour les cinq lunes principales d'Uranus : certaines d'entre elles pourraient être géologiquement actives, après tout. Avec une explication pour l'absence temporaire de plasma, les chercheurs estiment qu'il est plausible qu'en temps ordinaire les lunes rejettent habituellement des ions.

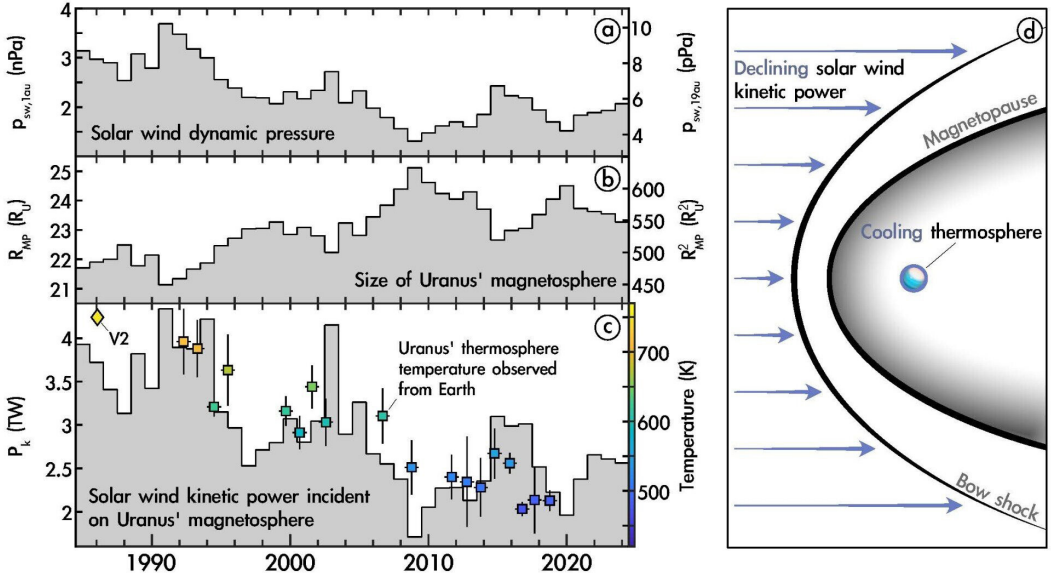
En plus d'épisodes ponctuels, des variations à long terme du vent solaire peuvent affecter Uranus. Des observations faites à partir d'observatoires au sol ont montré que la haute atmosphère d'Uranus se refroidit depuis des décennies. Les scientifiques ont pu déterminer que cela est également dû à des changements dans le vent solaire et ils prédisent que la haute atmosphère d'Uranus devrait continuer à se refroidir ou inverser la tendance et devenir à nouveau plus chaude en fonction de l'évolution du vent solaire au cours des prochaines années.

Ce contrôle apparemment très fort de la haute atmosphère d'Uranus par le vent solaire est différent de ce que l'on observe sur n'importe quelle autre planète du Système solaire.

*Illustration du comportement de la magnétosphère d'Uranus avant le survol de Voyager 2 en 1986 (panneau de gauche) et pendant le survol. Un type inhabituel de météo solaire se produisait pendant le survol, donnant aux scientifiques une vue biaisée de la magnétosphère.
(NASA/JPL-Caltech)*

Mais des exoplanètes pourraient être dans la même situation. Ces informations pourraient donc aider les chercheurs qui étudient les exoplanètes, en mettant en lumière les types de signaux qui pourraient être détectés en provenance de planètes similaires autour d'étoiles lointaines.

Les scientifiques se sont demandé si les variations de température de la thermosphère d'Uranus pouvaient être liées au cycle de 11 ans de l'activité solaire, mais après 30 ans de collecte de données, aucun lien n'a été détecté. Un simple effet saisonnier a également été exclu.



Le mystère a finalement été résolu lorsque les chercheurs ont réalisé que l'explication pourrait être liée aux changements progressifs des propriétés du vent solaire au cours de la même période.

Dans la thermosphère terrestre, la température est principalement contrôlée par la lumière du Soleil : les photons injectent de l'énergie et provoquent certaines réactions. L'intensité de ces photons provenant du Soleil augmente et diminue au cours du cycle solaire de 11 ans. Le vent solaire évolue de manière différente, sur une échelle de temps plus longue, sans grande corrélation avec le cycle undécennal. La pression moyenne annuelle du vent solaire a diminué lentement mais de manière significative depuis 1990 environ. Ce déclin reflète étroitement la baisse de la température de la thermosphère d'Uranus.

Cela suggère que la température de la thermosphère d'Uranus n'est pas contrôlée par les photons, comme celle de la Terre. Au contraire, il semble que la baisse de pression du vent solaire ait fait grossir la taille typique de la bulle magnétique protectrice d'Uranus. Cette magnétosphère constitue un obstacle au vent solaire qui atteint la surface de la planète.

Le déclin de la température de la magnétosphère est lié à la puissance du vent solaire.

(A. Masters et al, 2024)

Une bulle plus grande signifie donc un obstacle plus grand. Cela entraîne un flux d'énergie dans l'espace autour d'Uranus, atteignant finalement la thermosphère de la planète et semblant contrôler fortement sa température globale.

Cette découverte pourrait aider à caractériser les exoplanètes. Dans les cas où la situation est semblable à celle d'Uranus, les émissions de la haute atmosphère de l'exoplanète – y compris les aurores boréales – devraient être très sensibles à l'évolution du vent stellaire incident. L'équipe suggère aux observateurs de se concentrer davantage sur les exoplanètes plus éloignées de leur étoile mère et/ou dans des systèmes à forts vents stellaires, où les émissions ont peut-être été sous-estimées jusqu'à présent.

Quant à la raison pour laquelle le vent solaire lui-même change, cela reste encore mystérieux.

Satellites galactiques

Basé sur un communiqué University of Utah

Notre galaxie est-elle un endroit spécial, ou seulement une parmi des milliards d'autres ? Lancé en 2013, le programme SAGA (Satellites Around Galactic Analogs) tente de répondre à cette question en étudiant des systèmes galactiques comme la Voie lactée. Les résultats obtenus sur base d'un recensement de 101 systèmes offrent de nouvelles perspectives sur le caractère unique de notre galaxie.

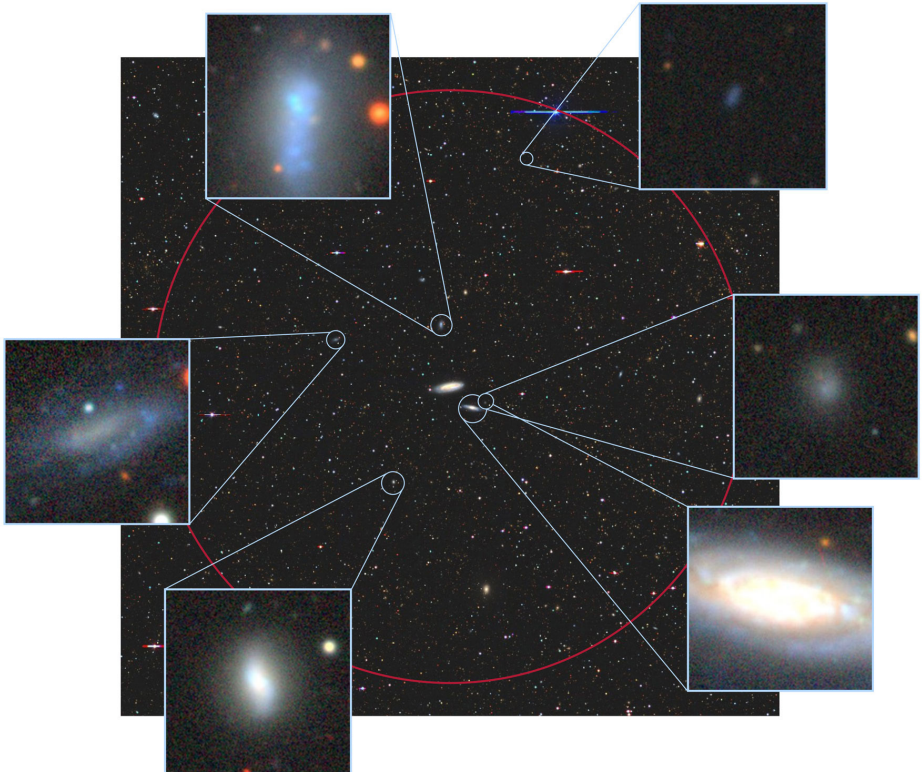
Ces satellites sont de petites galaxies capturées par l'attraction gravitationnelle des galaxies hôtes et de la matière noire qui les entourent. La Voie lactée est hôte de plusieurs galaxies satellites, dont les deux plus grandes sont le Grand et le Petit Nuages de Magellan (LMC et SMC). Si le LMC et le SMC sont

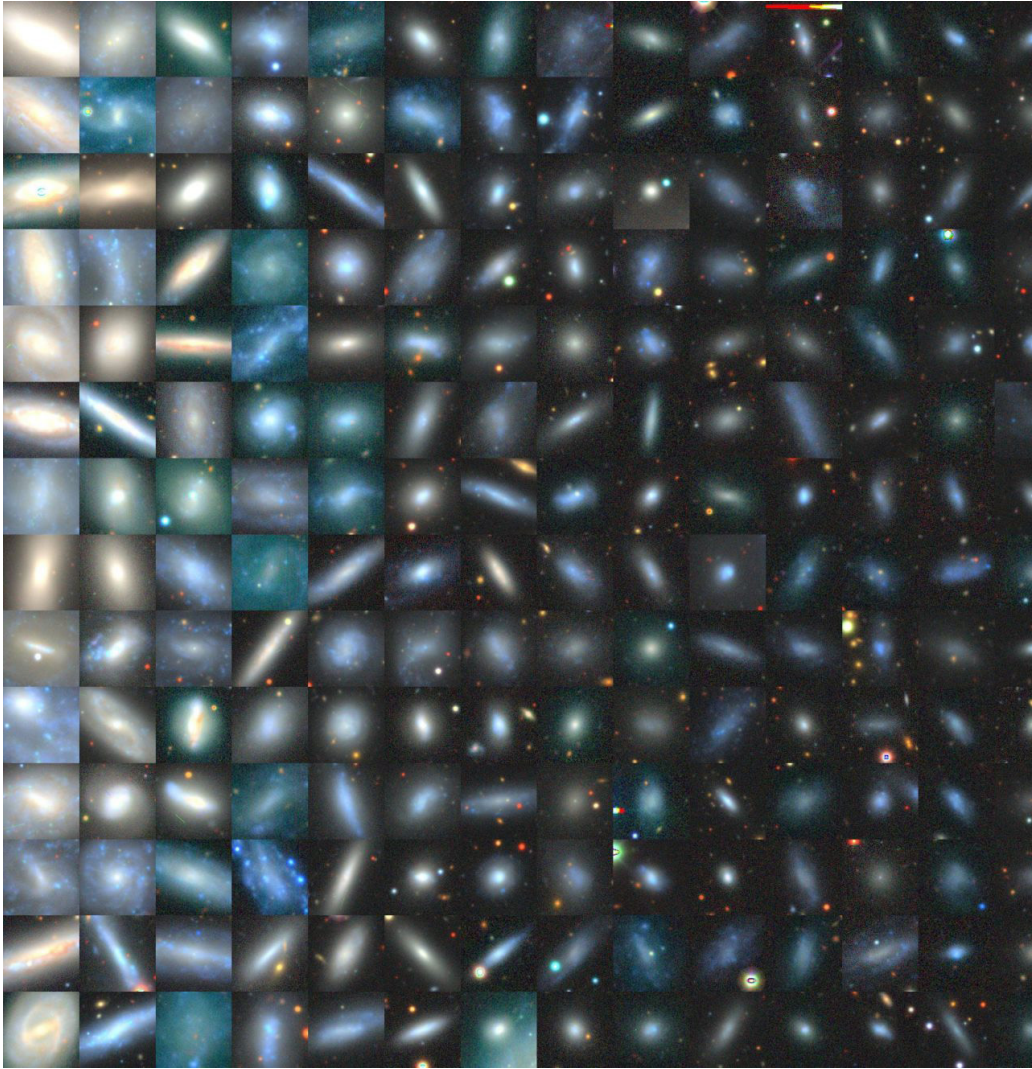
visibles à l'œil nu depuis l'hémisphère sud, il existe de nombreuses autres galaxies satellites plus faibles en orbite autour de la Voie lactée qui ne peuvent être observées qu'avec un grand télescope.

L'objectif de l'enquête SAGA est de caractériser les systèmes satellites autour d'autres galaxies qui ont des masses stellaires semblables à celles de la Voie lactée.

Dans une première étude, les chercheurs ont mis en évidence 378 galaxies satellites identifiées dans 101 systèmes de la même

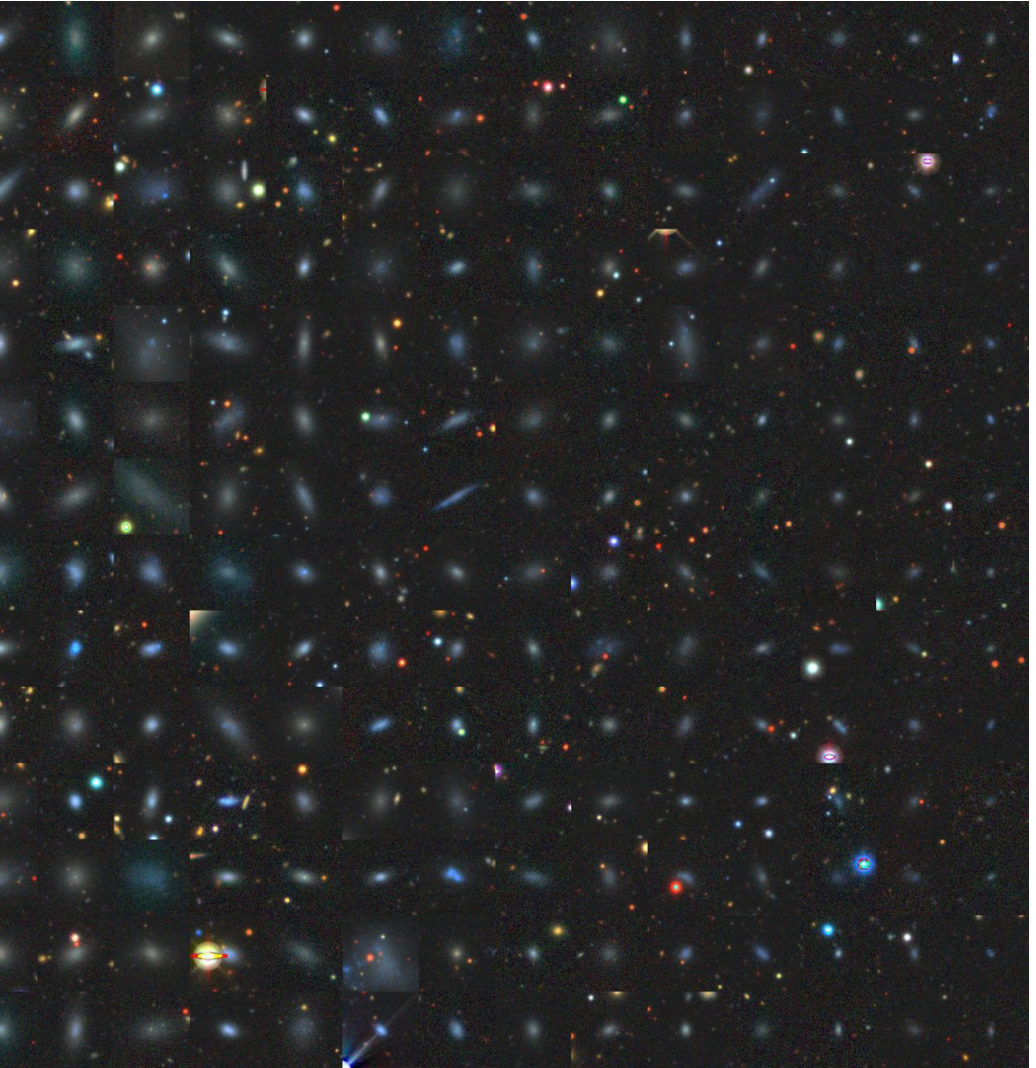
*Image d'une galaxie semblable à la Voie lactée et de ses satellites. L'étude SAGA a identifié six petites galaxies satellites en orbite autour de cette galaxie analogue à la Voie lactée.
(Yasmeen Asali/Yale, DESI Legacy Surveys Sky Viewer)*





Mosaïque présentant 378 satellites de 101 galaxies du type de la Voie lactée. Les images sont triées par luminosité. (Yao-Yuan Mao/Utah, DESI Legacy Surveys Sky Viewer)

masse que la Voie lactée. Le nombre de satellites confirmés par système variait de zéro à treize, contre quatre pour la Voie lactée. Bien que le nombre de galaxies satellites dans le système de la Voie lactée soit comparable à celui des autres systèmes de même masse, la Voie lactée semble abriter moins de satellites si l'on tient compte de l'existence du LMC. L'enquête SAGA a révélé que les systèmes dotés d'un satellite massif comme le LMC ont



tendance à avoir un nombre total de satellites plus élevé, et la Voie lactée semble être une exception à cet égard.

Cette différence s'explique par le fait que la Voie lactée n'a acquis les LMC et SMC que très récemment, par rapport à l'âge de l'Univers. Les chercheurs pensent que si la Voie lactée est un hôte plus ancien et légèrement moins

massif, et que les LMC et SMC n'ont été que récemment ajoutés, on doit bien s'attendre à un nombre plus faible de satellites, sans compter les autres satellites plus petits que les LMC et SMC auraient pu apporter.

Ce résultat démontre l'importance de comprendre l'interaction entre la galaxie hôte et les galaxies satellites. Les données de SAGA

ont décuplé les informations sur les systèmes semblables à la Voie lactée qui hébergent un compagnon semblable au LMC. Cette énorme avancée fournit plus de 30 écosystèmes de galaxies à comparer au nôtre et sera particulièrement utile pour comprendre l'impact d'un satellite massif analogue au LMC.

Une deuxième étude SAGA vise à déterminer si ces galaxies satellites continuent de former des étoiles. Comprendre les mécanismes qui arrêteraient la formation d'étoiles dans ces petites galaxies est une question importante dans le domaine de l'évolution des galaxies. Les chercheurs ont découvert, par exemple, que les galaxies satellites situées plus près de leur galaxie hôte étaient plus susceptibles de voir leur activité de formation stellaire s'éteindre. Cela suggère que les facteurs environnementaux contribuent à façonner le cycle de vie des petites galaxies satellites.

Les nuages de Magellan.
(ESO/S. Brunier — ESO, CC BY 4.0)

La troisième nouvelle étude utilise les résultats de l'enquête SAGA pour améliorer les modèles théoriques de formation des galaxies. En se basant sur le nombre de satellites éteints dans des systèmes de la masse de la Voie lactée, ce modèle prédit que des galaxies éteintes devraient également exister dans des environnements plus isolés – une prédiction qui devrait pouvoir être testée dans les années à venir avec d'autres enquêtes astronomiques telles que DESI (Dark Energy Spectroscopic Instrument Survey), menée au télescope Mayall de 4 m de Kitt peak.

En plus de ces résultats passionnants qui amélioreront notre compréhension de l'évolution des galaxies, l'équipe de SAGA Survey apporte également un cadeau à la communauté astronomique : la publication de nouvelles mesures de distance pour environ 46 000 galaxies. Trouver des galaxies satellites est comme chercher des aiguilles dans une botte de foin. Il faut mesurer les décalages vers le rouge de centaines de galaxies pour n'en identifier qu'une seule.



FU Orionis

Basé sur un communiqué Hubble

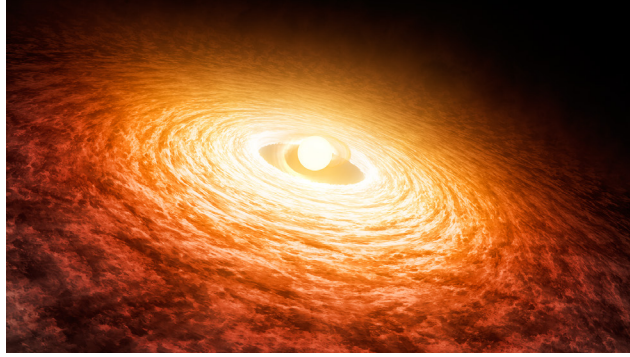
En 1936, des astronomes ont observé un phénomène étonnant dans la constellation d'Orion : l'étoile jeune FU Orionis est devenue cent fois plus brillante en quelques mois avant de décliner lentement.

Les astronomes ont tiré parti des capacités du télescope spatial Hubble dans l'ultraviolet pour étudier l'interaction entre la surface de l'étoile et le disque d'accrétion qui l'approvisionne en gaz depuis près de 90 ans. Ils ont découvert que le disque interne qui touche l'étoile est extraordinairement chaud.

Considérée à l'origine comme un cas unique, FU Ori illustre une classe de jeunes étoiles éruptives qui subissent des changements spectaculaires de luminosité. Ces objets sont un sous-ensemble des étoiles T Tauri classiques : des étoiles en formation qui se construisent en accrétant de la matière provenant de leur disque et de la nébuleuse environnante. Dans les étoiles T Tauri classiques, le disque ne touche pas directement l'étoile car il est limité par la pression du champ magnétique de l'étoile.

Les disques d'accrétion autour des objets FU Ori sont sujets à des instabilités en raison de leur masse énorme par rapport à l'étoile, des interactions avec un compagnon binaire ou de la chute de matière. Une telle instabilité signifie que le taux d'accrétion de masse peut changer radicalement. L'accélération du rythme perturbe l'équilibre délicat entre le champ magnétique stellaire et le bord intérieur du disque, ce qui conduit à un rapprochement de la matière vers l'étoile et à son contact avec la surface de celle-ci.

Le taux de chute accéléré et la proximité du disque d'accrétion avec l'étoile rendent les objets FU Ori beaucoup plus brillants qu'une étoile T Tauri typique. En fait, lors d'une explosion, l'étoile elle-même est éclipsée par le disque. De plus, la matière du disque se déplace rapidement au périastre, bien plus vite que la surface stellaire. Cela signifie qu'il



Vue d'artiste des premières étapes de l'éruption de l'étoile jeune FU Orionis. (NASA-JPL, Caltech)

devrait y avoir une région où le disque impacte l'étoile et où la matière ralentit et se réchauffe considérablement.

Les données de Hubble indiquent une région d'impact bien plus chaude que ce que les modèles avaient prédit. La température atteint 16 000 kelvins, près de trois fois la température de surface du Soleil et de deux fois celle calculée par les modèles précédents.

Pour expliquer cette haute température, l'équipe propose une nouvelle interprétation de la géométrie de la région interne de FU Ori : la matière du disque d'accrétion s'approche de l'étoile et une fois qu'elle atteint la surface stellaire, un choc chaud est produit, qui émet beaucoup de lumière ultraviolette.

Le processus d'accrétion rapide de FU Ori peut être relié à la formation des planètes. Si une planète se trouve loin dans le disque au moment de sa formation, les explosions d'un objet FU Ori devraient influencer le type de produits chimiques dont la planète héritera finalement. Mais si une planète est très proche de l'étoile, alors c'est une histoire légèrement différente. En quelques explosions, toute planète qui se forme très près de l'étoile peut rapidement se déplacer vers l'intérieur et finir par fusionner avec elle. On pourrait perdre, ou au moins faire complètement rôtir, les planètes rocheuses qui se forment près d'une telle étoile.

Étoile de Barnard

Basé sur un communiqué ESO

Située à seulement six années-lumière, l'étoile de Barnard est le deuxième système stellaire le plus proche de nous, après le groupe de trois étoiles d'Alpha du Centaure, et aussi l'étoile individuelle la plus proche.

Elle est nommée en l'honneur de l'astronome américain Edward Emerson Barnard qui découvrit quelle étoile possédait le mouvement propre le plus élevé du ciel, 10,3" par an.

En raison de sa proximité, elle constitue une cible privilégiée dans la recherche d'exoplanètes semblables à la Terre. Dans les années 1960 l'astronome hollandais Peter van de Kamp annonça successivement la découverte de trois planètes de masse jovienne sur base de mesures astrométriques, mais cela ne put être confirmé. La détection prometteuse d'une super-Terre en 2018 ne fut pas non plus confirmée.

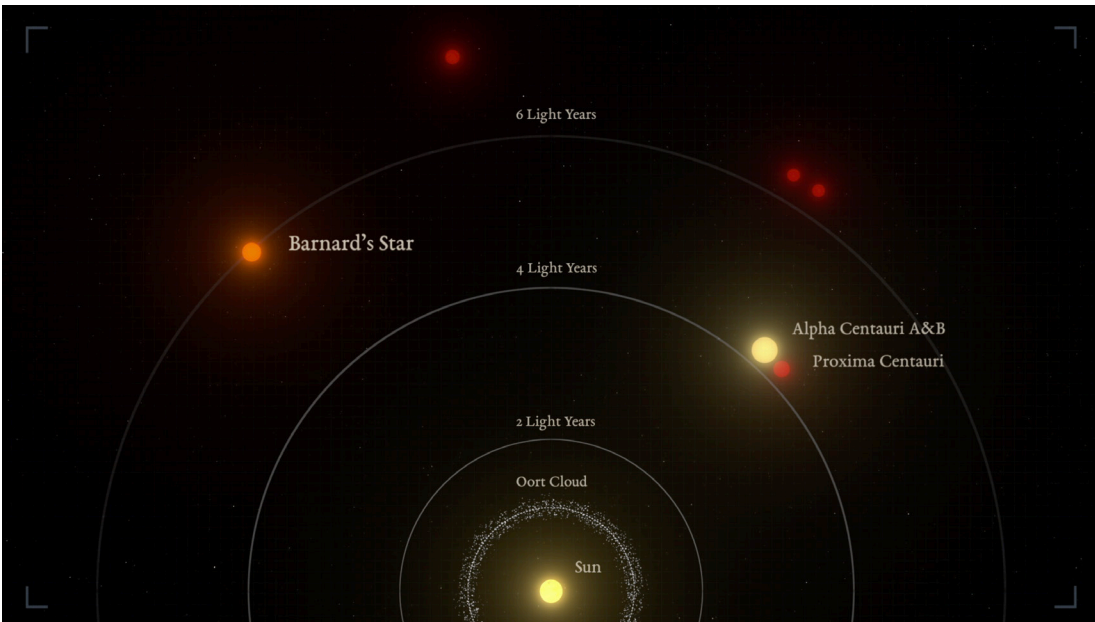
Grâce au Very Large Telescope (VLT) de l'Observatoire Européen Austral (ESO), les astronomes ont maintenant réellement décou-

vert une planète autour de l'étoile de Barnard. Elle a au moins la moitié de la masse de Vénus et son année dure un peu plus de trois jours terrestres. Les observations de l'équipe suggèrent également l'existence de trois autres exoplanètes potentielles sur différentes orbites autour de l'étoile.

La découverte est le résultat d'observations effectuées au cours des cinq dernières années avec le VLT. L'équipe était à la recherche de signaux provenant d'éventuelles exoplanètes situées dans la zone habitable ou tempérée de l'étoile de Barnard, c'est-à-dire la zone où de l'eau liquide peut exister à la surface de la planète. Les astronomes ciblent les naines rouges, parce que leur zone tempérée est beaucoup plus proche de l'étoile que celle des étoiles plus chaudes, comme le Soleil.

Représentation graphique des distances relatives entre les étoiles les plus proches et le Soleil. L'étoile de Barnard est le deuxième système stellaire le plus proche du Soleil et l'étoile simple la plus proche de nous.

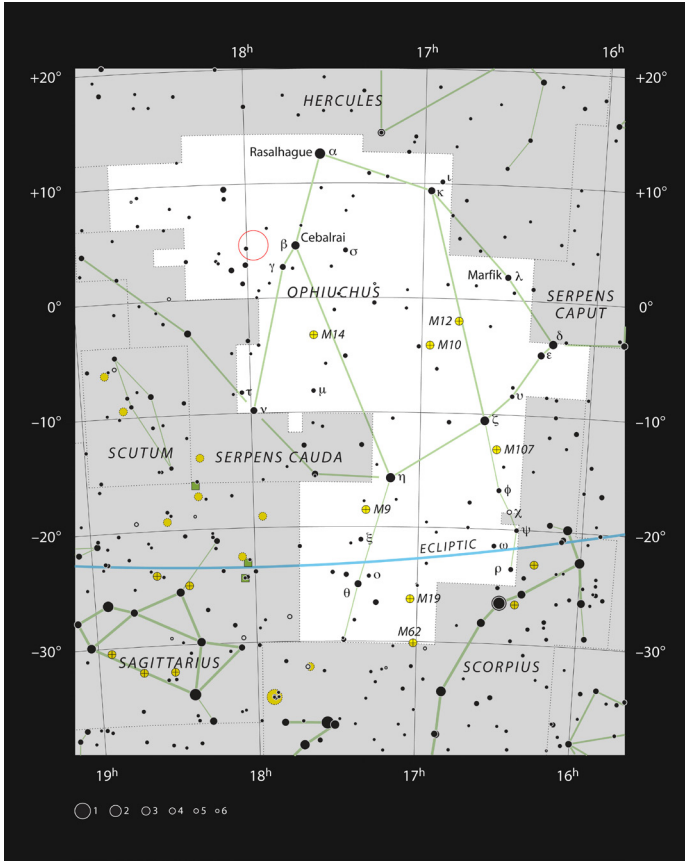
(IEEC/Science-Wave – Guillem Ramisa)





Cela signifie que les planètes orbitant dans leur zone tempérée ont des périodes orbitales plus courtes, ce qui permet aux astronomes de les surveiller pendant quelques jours ou quelques semaines plutôt que pendant des années. En outre, les naines rouges étant beaucoup moins massives que le Soleil, elles sont plus facilement perturbées par l'attraction gravitationnelle des planètes qui les entourent, ce qui les fait osciller plus fortement.

Champ de la naine rouge baptisée étoile de Barnard dans le Serpente. Cette image fut créée à partir de vues issues du Digitized Sky Survey 2. Au centre de l'image figure l'étoile de Barnard capturée au moyen de trois expositions différentes. Cette étoile est la plus rapide du ciel nocturne. Ses variations de positions entre différentes observations – marquées en rouge, jaune et bleu, attestent de son grand mouvement propre. (ESO/Digitized Sky Survey 2 ; Davide De Martin)



La constellation d'Ophiuchus (le Serpente), de part et d'autre de l'équateur céleste. La localisation de l'étoile de Barnard y figure, ainsi que la plupart des étoiles visibles à l'œil nu par nuit sombre dans un ciel dégagé. (ESO, IAU, Sky & Telescope)

Barnard b, c'est le nom de l'exoplanète récemment découverte, est vingt fois plus proche de l'étoile de Barnard que Mercure ne l'est du Soleil. Elle tourne autour de l'étoile en 3,15 jours terrestres et sa température de surface est d'environ 125 °C. C'est l'une des exoplanètes les moins massives connues et l'une des rares dont la masse est inférieure à celle de la Terre. Son orbite est en deçà de la zone habitable et il y fait trop chaud pour maintenir de l'eau liquide à la surface.

Les astronomes ont utilisé ESPRESSO, un instrument de haute précision conçu pour mesurer l'oscillation d'une étoile causée par l'attraction gravitationnelle d'une ou plusieurs planètes en orbite. Les résultats obtenus lors de

ces observations ont été confirmés par les données d'autres instruments également spécialisés dans la chasse aux exoplanètes : HARPS à l'observatoire de La Silla de l'ESO, HARPS-N et CARMENES. Les nouvelles données ne confirment cependant pas l'existence de l'exoplanète signalée en 2018.

L'équipe a également trouvé des indices de trois autres exoplanètes en orbite autour de la même étoile. Ces dernières devront toutefois faire l'objet d'observations supplémentaires avec ESPRESSO pour être confirmées.

La découverte de Barnard b, ainsi que d'autres comme Proxima b et d, montre que notre arrière-cour cosmique fourmille de planètes de faible masse.

REBELS-25

Basé sur un communiqué ESO

Les galaxies proches ont beaucoup évolué par rapport aux galaxies chaotiques et désordonnées que les astronomes observent dans les premiers instants de l'Univers. Les théories actuelles suggèrent que, pour qu'une galaxie soit aussi ordonnée que la Voie lactée – un disque en rotation avec des structures comme des bras spiraux – des milliards d'années d'évolution doivent s'être écoulées. La détection de REBELS-25, une galaxie vue telle qu'elle était lorsque l'Univers n'avait que 700 millions d'années, remet toutefois en question cette échelle de temps.

Les astronomes ont découvert que REBELS-25 est la galaxie à disque à forte rotation la plus éloignée jamais découverte. Elle a été repérée lors d'observations faites avec ALMA. Pour en discerner la structure

et les mouvements, l'équipe a effectué des observations à une meilleure résolution, ce qui a permis de confirmer la nature record de la galaxie. ALMA est le seul télescope dont la sensibilité et la résolution permettent d'atteindre ce résultat.

Les données laissent entrevoir des caractéristiques plus développées, semblables à celles de la Voie lactée, comme une barre centrale allongée et même des bras spiraux. D'autres observations sont cependant nécessaires pour le confirmer.

REBELS-25, ainsi que d'autres galaxies jeunes en rotation, pourraient transformer notre compréhension de la formation des galaxies et de l'évolution de l'Univers.

La galaxie REBELS-25 vue par ALMA. (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array), superposée à une image infrarouge prise par VISTA (Visible and Infrared Survey Telescope for Astronomy) de l'ESO. (ALMA/ESO/NAOJ/NRAO/L. Rowland et al./ESO/J. Dunlop et al. ; CASU, CALET)



La Grande Tache rouge de Jupiter

Basé sur un communiqué
NASA/Hubble

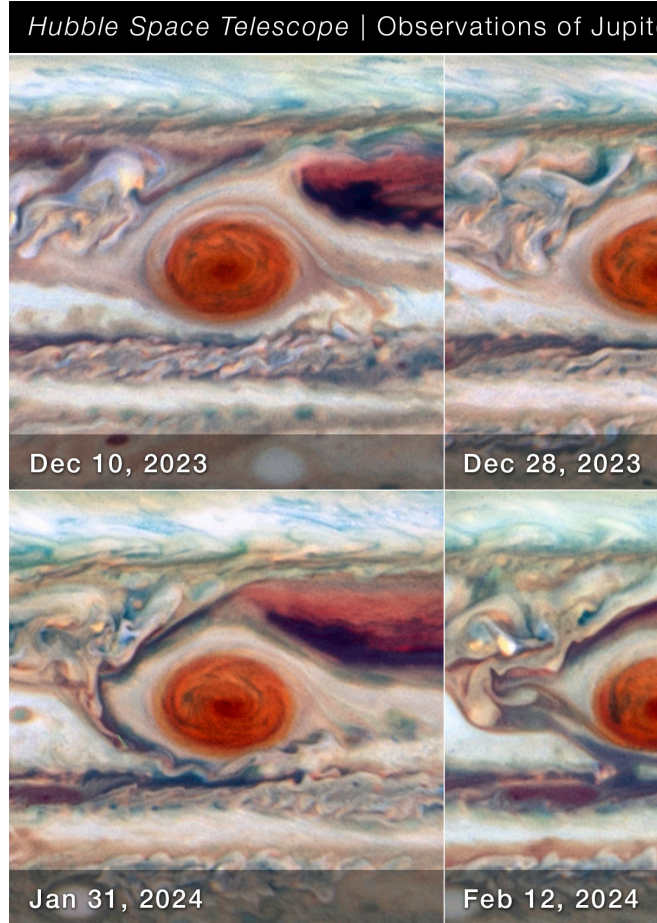
La Grande Tache rouge de Jupiter est un anticyclone qui se déplace le long d'une ceinture de nuages de latitude moyenne dans l'hémisphère austral. Cette tempête géante, la plus grande du Système solaire, assez grande pour englober notre planète, a survécu dans l'atmosphère turbulente de Jupiter pendant au moins 150 ans.

Les astronomes surveillent la tache au moyen du télescope spatial Hubble une fois par an, dans le cadre du programme OPAL (Outer Planet Atmospheres Legacy), mais un nouveau programme a permis à Hubble d'en capturer huit images sur une période de 90 jours.

Entre décembre 2023 et mars 2024, les photos révèlent que la GTR n'est pas aussi stable qu'on le pensait. Sa forme elliptique peut changer de dimensions et être plus ou moins ovalisée. Ce changement de forme ne devrait pas nous surprendre, étant donné que l'atmosphère de Jupiter est en constante évolution et soumise à des vents dynamiques. C'est comme essayer de prédire le mouvement exact d'un tourbillon de crème versée dans une tasse de café.

Les astronomes avaient déjà constaté les irrégularités du mouvement de la tache en longitude. Il apparaît qu'elle rétrécit ou enfle en même temps qu'elle accélère ou ralentit, un comportement encore inexplicable.

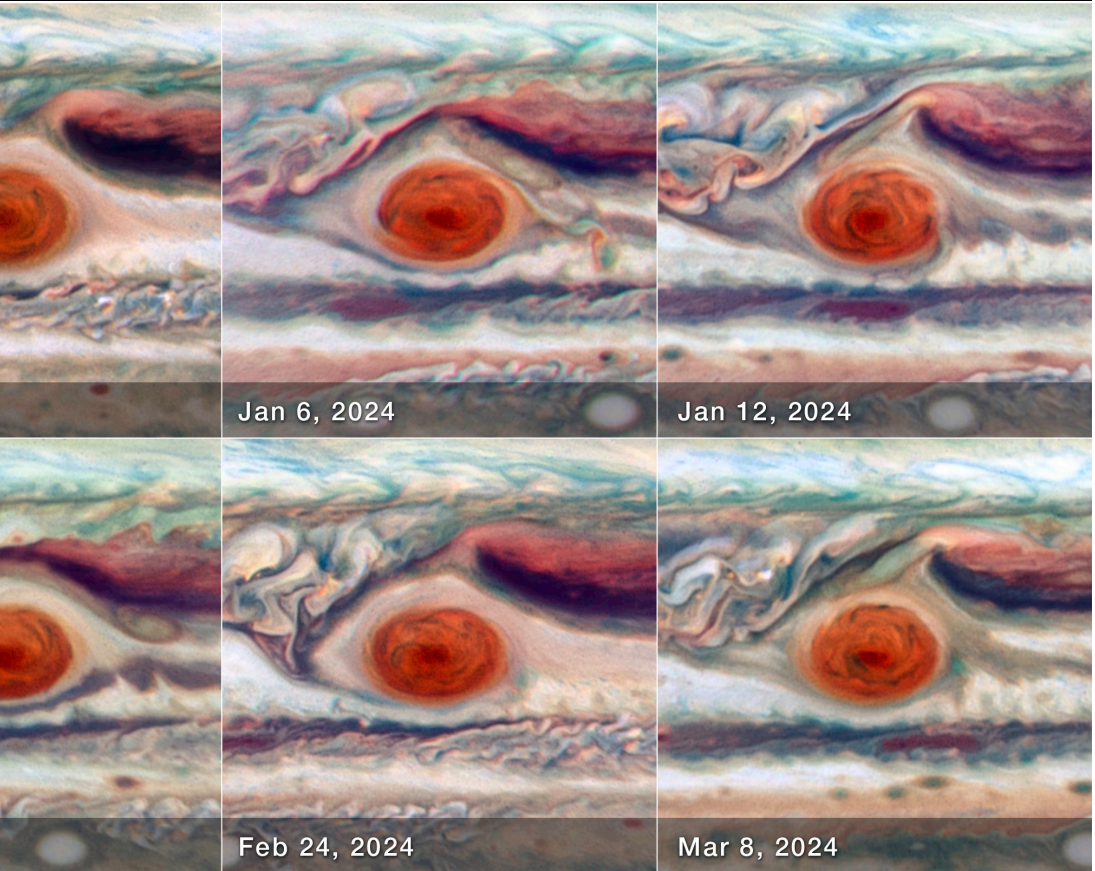
Les observations en ultraviolet montrent que le noyau de la tempête est plus brillant lorsque la GTR est à sa plus grande extension.



Cela indique une absorption de brume plus faible dans la haute atmosphère.

En accélérant et en décélérant, la Grande Tache rouge s'oppose aux courants-jets qui défilent au nord et au sud. Dans le cas de Neptune, les taches sombres peuvent dériver de manière incontrôlable en latitude sans courants-jets puissants pour les maintenir en place. La Grande Tache rouge de Jupiter a été retenue à une latitude sud, coincée entre les courants-jets et ce, depuis qu'on l'observe.

er's Great Red Spot



Jusqu'à présent Hubble n'a observé qu'un cycle d'oscillation de la GTR. Les astronomes prédisent qu'elle continuera à rétrécir avant de prendre une forme stable et moins allongée. Actuellement, elle remplit trop sa bande de latitude par rapport aux courants voisins. Une fois qu'elle rétrécira à l'intérieur de cette bande, les vents la maintiendront en place.

Images successives prises par Hubble, montrant la Grande Tache rouge de Jupiter entre des bandes nuageuses de couleur crème. Les images retracent les changements de taille, de forme et de luminosité sur une période de 90 jours entre décembre 2023 et mars 2024.

(NASA, ESA, A. Simon/NASA-GSFC)

Cérès, ancien monde océan

Basé sur un communiqué Purdue University

Depuis que Giuseppe Piazzi a observé pour la première fois en 1801 le premier et le plus gros astéroïde de notre Système solaire, les astronomes et les planétologues se sont interrogés sur la composition de cet objet, maintenant étiqueté comme planète naine. Sa surface couverte de cratères d'impact ne semblait pas pouvoir contenir beaucoup de glace. Cependant, différentes caractéristiques de surface (par exemple, des fosses, des dômes et des glissements de terrain, etc.) suggèrent que le sous-sol contient beaucoup de glace. Les données spectrographiques montrent également qu'il devrait y avoir de la glace sous le régolithe, et les données de gravité donnent une valeur de densité très proche de celle de la glace, en particulier de la glace impure. Des simulations ont maintenant conduit les chercheurs à penser que Cérès est un objet très glacé qui était peut-être autrefois un monde océanique boueux. Ils ont étudié comment les cratères de Cérès se déforment sur des milliards d'années. Leur conclusion est qu'il y a beaucoup de glace d'eau près de la surface de Cérès et que celle-ci devient de moins en moins glacée à mesure que l'on s'enfonce.

On pensait généralement que, si Cérès était très glacée, les cratères se déformeraient rapidement au fil du temps, comme les glaciers qui coulent sur Terre. On devrait alors voir des cratères peu profonds, relaxés. Les simulations démontrent que la glace peut être beaucoup plus solide dans les conditions régnant sur Cérès si on y ajoute un peu de roche. On pensait jusqu'alors que Cérès était

constituée de moins de 30% de glace. En fait, la proportion serait de 90%.

Il semble que Cérès était autrefois un monde-océan comme Europe (l'une des lunes de Jupiter), mais avec un océan sale et boueux. Au fil du temps, l'océan a gelé et créé une croûte glacée avec un peu de matière rocheuse emprisonnée.

Cérès est le plus gros objet de la ceinture d'astéroïdes. Il pourrait être un point de comparaison précieux pour les lunes glacées du Système solaire extérieur, qui abritent des océans, comme Europe, la lune de Jupiter, et Encelade, la lune de Saturne. Ce serait le monde glacé le plus accessible de l'Univers. Cela en fait une excellente cible pour les futures missions spatiales. Certaines des caractéristiques brillantes à la surface de Cérès sont les restes de l'océan de Cérès, aujourd'hui en grande partie ou entièrement gelé, et qui a fait éruption à la surface. Nous avons donc un endroit pour collecter des échantillons de l'océan d'un ancien monde océanique vers lequel il n'est pas trop difficile d'envoyer un vaisseau spatial.



Cérès vue par Dawn.
(NASA)

Des cratères d'impact cachés sur Vénus

Basé sur un communiqué NASA

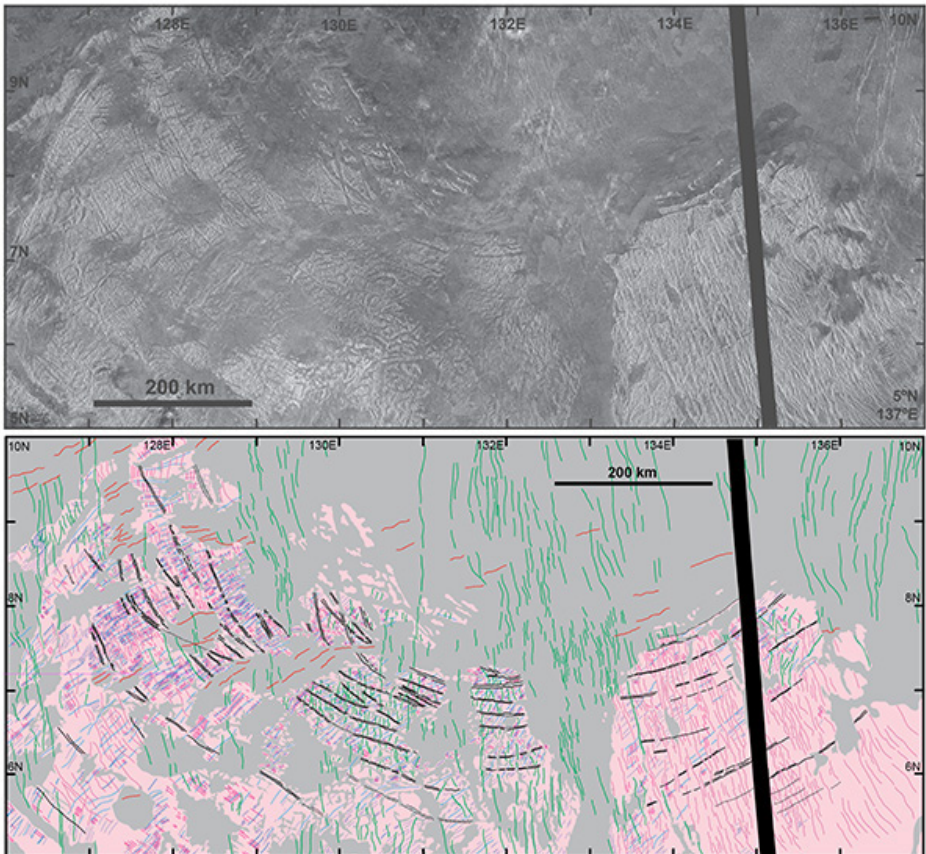
La Lune et Mars sont parsemées de cratères d'impact géants apparus il y a très longtemps, alors qu'ils semblent faire défaut sur la Terre et Vénus.

L'érosion et la tectonique des plaques ont pu effacer la plupart des cicatrices les plus importantes de la Terre, mais Vénus est dépourvue de ces processus destructeurs. De plus, Vénus abrite certains des cratères d'impact les plus intacts du Système solaire. Alors pourquoi l'absence de bassins d'impact gigantesques ?

Après avoir cartographié géologiquement la région de Vénus dénommée Haastte-baad Tessera et modélisé comment ses caractéristiques uniques auraient pu se former, les chercheurs pensent avoir une réponse.

Haastte-baad Tessera abrite l'un des plus anciens terrains de Vénus, coupé par un ensemble unique d'anneaux concentriques sur plus de 1 500 kilomètres.

Image radar à synthèse d'ouverture et carte géologique de Haastte-baad Tessera (en rose), coupée par un ensemble d'anneaux concentriques (en noir) qui enregistrent un type de cratère d'impact que l'on ne connaissait pas encore sur Vénus. (Lopez et al., 2024)



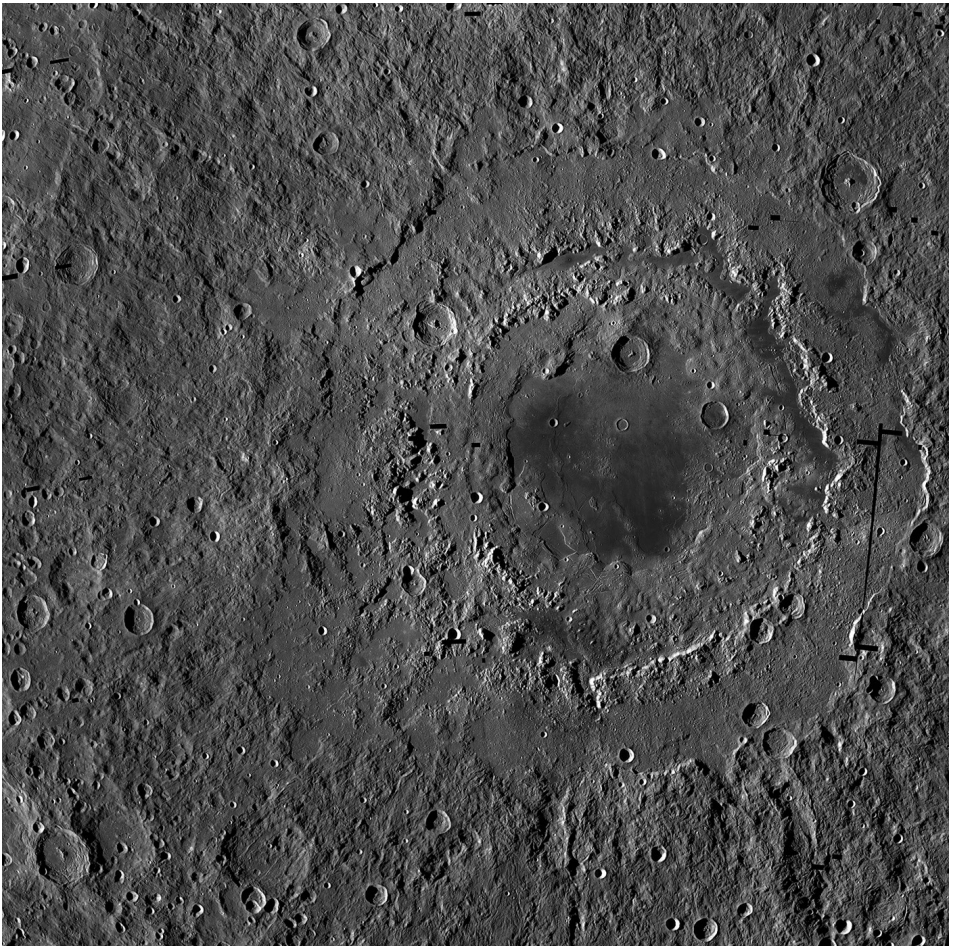
Les chercheurs ont conclu que la « tessera » et ses anneaux témoignent de deux énormes impacts consécutifs. Ils ne ressemblent en rien aux cratères d'aspect traditionnel de la Lune et de Mars, ni même de Vénus ; en effet, les conditions initiales de Vénus ont conduit à des structures d'impact qui diffèrent considérablement des cratères d'impact classiques.

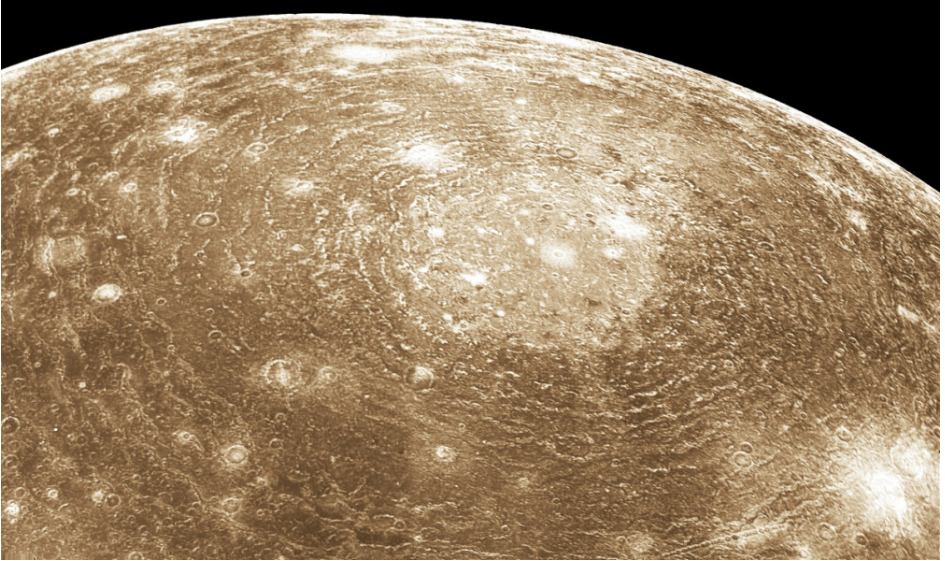
S'il s'agit bien d'une structure d'impact, elle serait la plus ancienne et la plus grande de Vénus, ce qui nous donnerait un aperçu du

passé de Vénus et des premiers processus planétaires. Cela montre que toutes les structures d'impact ne se ressemblent pas. La nature du bolide est importante, mais celle de la cible l'est tout autant.

Les tesserae sont des régions de terrain fortement déformées de Vénus, caractérisées par leur terrain ridé et ondulé, et qui se déve-

Le bassin d'impact oriental de la Lune, large de 930 km, est un exemple de cratère d'impact absent sur Vénus. (NASA/GSFC/ASU/LRO)





***Cratère Valhalla sur Callisto, une
des lunes de Jupiter.
(NASA)***

loppent lorsqu'une couche de matériau relativement mince mais solide se forme au-dessus d'une couche mince capable de s'écouler. On peut comparer cela à une soupe surmontée d'écume. Le terrain en tesserae de Vénus ne s'est pas formé sur une soupe, mais sur un immense bassin de lave. Alors que Vénus possède actuellement une enveloppe externe (lithosphère) de 110 kilomètres d'épaisseur, la jeune Vénus était beaucoup plus chaude et avait probablement une lithosphère de seulement une dizaine de kilomètres. Un gros bolide pouvait la traverser et pénétrer dans le manteau, libérant une immense mer de lave à la surface qui finit par se refroidir en tesserae. La cartographie suggère que cela s'est produit il y a entre 1,5 et 4 milliards d'années.

Des structures en anneaux n'existent nulle part ailleurs sur Vénus. Elles rappellent les cratères Valhalla sur Callisto et Tyr sur Europe. On pense que ces anneaux se sont formés suite à un impact sur une couche solide peu épaisse, surmontant une couche plus faible, une configuration très similaire à celle nécessaire pour former des tesserae. Sur Callisto et Europe, cela signifie une fine couche de glace solide au-dessus d'un liquide.

Au total, les chercheurs ont découvert que la formation de la structure en anneau sur Vénus aurait nécessité les impacts successifs de deux bolides de 70 et 50 kilomètres environ. Le premier a créé un lac de lave pour former un terrain en tesserae et le deuxième a frappé ce lac, formant la structure en anneau.

Des bolides consécutifs peuvent sembler trop fortuits, mais des preuves dans des roches anciennes préservées en Afrique du Sud montrent que cela s'est produit il y a environ 3,5 milliards d'années sur Terre. La Lune et Mars montrent nombre de ces énormes impacts. Dans ces cas, les gros bolides, assez fréquents au cours des 2,5 premiers milliards d'années de l'histoire du Système solaire, ont frappé des corps planétaires dotés d'épaisses lithosphères, formant les immenses bassins d'impact que nous voyons encore aujourd'hui.

La Terre avait probablement, comme Vénus, une lithosphère fine lorsqu'elle était jeune, mais l'érosion et la tectonique des plaques ont effacé la majorité des traces d'impact.