

L'astronomie dans le monde

ISO rencontre de la poussière dans l'espace intergalactique

Basé sur la note d'information ESA 37-97 du 6/11/97

L'Observatoire spatial dans l'infrarouge, ISO, de l'Agence spatiale européenne, a détecté pour la première fois, la présence de poussières dans l'espace intergalactique apparemment vide. Ce sont des astronomes allemands et finlandais qui ont fait cette découverte dans la constellation septentrionale de la Chevelure de Bérénice, où plus de 500 galaxies forment le célèbre « amas de Coma » (nom latin de la Chevelure). C'est au centre de cet amas qu'est concentrée la poussière intergalactique.

Dans le passé, les astronomes s'imaginaient que l'espace intergalactique était extrêmement « propre », ne contenant que d'infimes traces de gaz transparent. Seules les vastes concentrations d'étoiles, les galaxies, contenaient gaz et poussières en quantités importantes. La poussière découverte par ISO signifie que l'univers est moins transparent que prévu. La fenêtre par laquelle on scrute le cosmos est plutôt sale, et les grandes conclusions que l'on a tirées jusqu'à présent des observations pourraient être remises en cause, en particulier celles concernant la luminosité des galaxies et des quasars lointains.

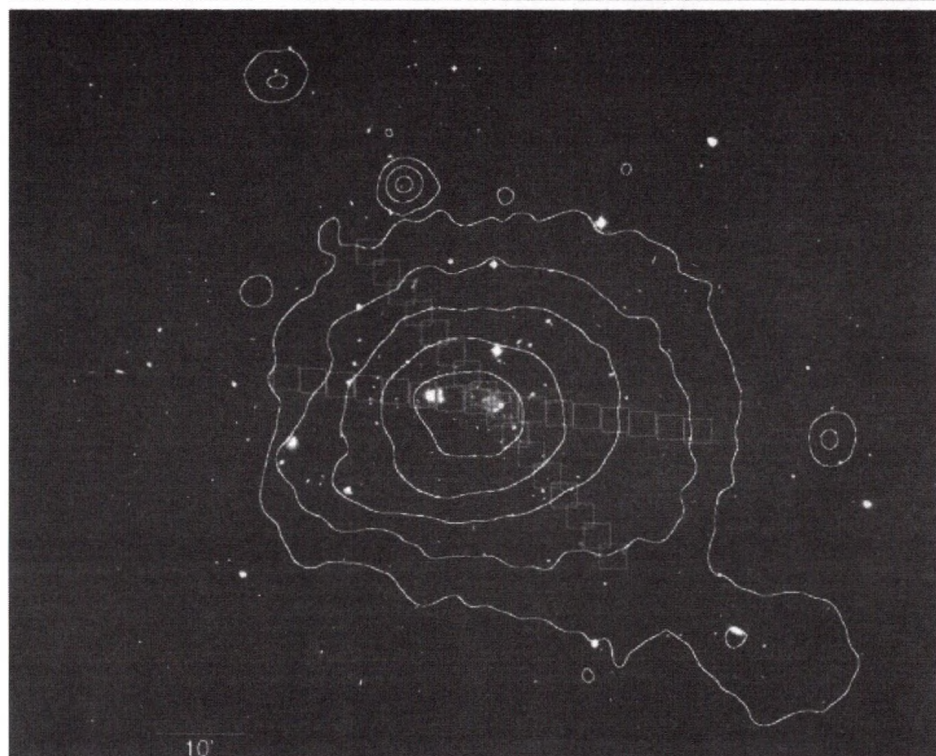
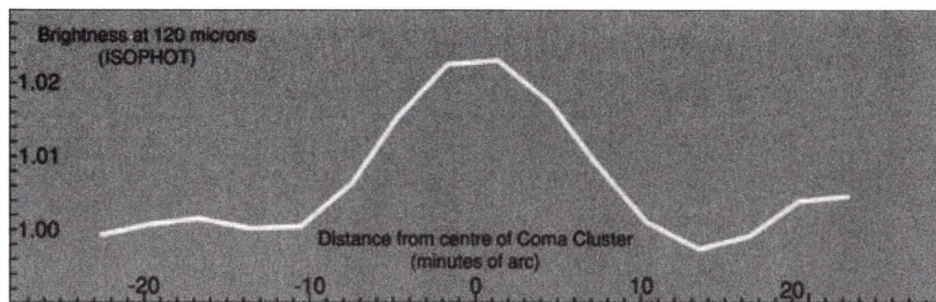
C'est le photomètre Isophot qui a détecté les émissions en provenance de la poussière intergalactique. Une équipe d'astronomes allemands, britanniques, espagnols et danois a participé à la réalisation de cet ensemble de détecteurs aux missions multiples embarqué sur ISO. Cette équipe est dirigée par Dietrich Lemke de l'Institut d'Astronomie Max Planck (MPIA) de Heidelberg (Allemagne). « *Isophot est le seul instrument actuellement capable de*

détecter ce type de phénomène », explique Dietrich Lemke. « *La poussière intergalactique est si froide que nous avons besoin d'un télescope très froid pour la détecter. Les émissions de poussières les plus puissantes se font à des longueurs d'onde de l'ordre de 0,1 à 0,2 mm qu'il est impossible de bien observer depuis le sol. ISO est un télescope dans l'espace où il est refroidi par de l'hélium superfluide à ± 2 degrés du zéro absolu. Isophot est l'instrument à bord d'ISO qui mesure les intensités du rayonnement infrarouge aux longueurs d'ondes les plus élevées, jusqu'à 0,2 millimètre.* »

Le photomètre Isophot a permis de détecter la poussière intergalactique, bien que cela ne fut pas facile. Les observations ont, en effet, poussé la sensibilité des instruments à leur limite et ont été brouillées par les émissions provenant de nuages de poussière froide de notre Galaxie (la *Voie Lactée*). Le signal de la poussière intergalactique n'est apparu clairement qu'après une analyse approfondie des données.

De la poussière froide dans un amas chaud

Notre Galaxie appartient à un très petit groupe de galaxies. Il se pourrait très bien que l'on trouve de la poussière intergalactique à proximité, mais en tout état de cause elle serait rare et disséminée. Une équipe d'astronomie, du MPIA de Heidelberg et de l'Observatoire de Helsinki, avait espéré que la poussière intergalactique serait plus facile à reconnaître dans un grand amas de galaxies. Ils ont choisi l'amas de Coma, qui emplit une région du ciel deux fois plus large que la pleine lune, bien qu'il se trouve à environ 450 millions d'années-lumière.



L'amas de galaxies de Coma. La figure du haut montre l'intensité à la longueur d'onde de 120 microns le long d'une section. En bas les isophotes infrarouges sont superposées à une image visible de l'amas.

ISO a balayé deux fois l'amas de Coma, le long de différentes coupes transversales, mesurant avec Isophot le rayonnement infrarouge dans les grandes longueurs d'ondes. Les intuitions de l'équipe germano-finlandaise se sont révélées correctes. Les émissions qui indiquent la présence de poussière intergalactique sont beaucoup plus puissantes lorsqu'elles proviennent du centre de l'amas plutôt que de ses bords.

Les résultats sur l'amas de Coma obtenus avec ISO semblent, à première vue, contredire les observations du même amas faites par Rosat, un autre observatoire spatial fabriqué en Europe. En effet, ce satellite d'astronomie dans le rayonnement X, fabriqué conjointement par l'Allemagne, les Etats-Unis et le Royaume-Uni, a détecté des rayons X provenant de gaz très chauds circulant entre les galaxies; ce rayonnement est concentré vers le centre de l'amas. Le gaz intergalactique détecté par Rosat a une température de 80 millions de degrés; il est donc beaucoup plus chaud que le centre du Soleil.

Kalevi Mattila (Observatoire de Helsinki) explique « *les particules de poussière sont à l'extrémité très froide de l'échelle des températures. Isophot nous permet de mesurer des températures de ces particules comprises entre -220° et -250°C* ».

Comment expliquer que de la poussière froide à moins 250°C peut survivre dans un gaz très chaud? Le gaz est extrêmement ténu et ne peut chauffer les grains de poussière comme un sèche-cheveux. Au lieu de cela, le gaz chaud expose la poussière à des impacts de particules énergétiques qui en expulsent les atomes et qui, peu à peu, érodent les grains de poussière. Les calculs laissent à penser qu'il faudra environ 100 millions d'années pour que le gaz chaud détruise la poussière froide. Bien que ce phénomène soit très lent à l'échelle de l'homme, il ne représente qu'un centième de l'âge des galaxies. Les spécialistes vont maintenant chercher d'où viennent les nouveaux apports de poussière intergalactique.

Les astronomes de la mission Rosat ont découvert que l'amas de la Coma n'était pas sphérique, comme on aurait pu s'y attendre pour un amas isolé. Sous rayonnement X, le nuage de poussière intergalactique a la forme d'un œuf, forme que l'on retrouve dans le

nuage de poussière intergalactique observé par ISO dans les longueurs d'onde infrarouge élevées. Explication probable, un amas de galaxies plus petit est entré en collision avec le grand amas de Coma et en a modifié la forme.

« *Nous pensons que la poussière intergalactique dans l'amas de Coma a été éjectée de galaxies au cours des 100 millions d'années passés* » explique Manfred Stickel du MPIA de Heidelberg. « *Les deux plus grandes galaxies qui se trouvent au milieu de l'amas n'apparaissent pas dans notre balayage infrarouge. Elles ont perdu leur poussière, soit lors de collisions entre galaxies, soit, plus probablement, lors de la fusion de l'amas de Coma avec un autre amas. Les vents cosmiques d'une force exceptionnelle déclenchés par un tel phénomène peuvent balayer la poussière des galaxies et l'envoyer dans l'espace qui les entoure. C'est peut-être ainsi que se forment les nuages de poussière intergalactique dans tout l'Univers* ».

Les conséquences sur la cosmologie

La couche de poussière qui s'accumule sur la « fenêtre cosmique » est sans aucun doute mince, sinon les astronomes l'auraient détectée il y a longtemps. De petites quantités de poussière peuvent néanmoins avoir des conséquences importantes. Au cœur de notre propre Galaxie, la poussière ne constitue que 0,1 pour cent de la matière visible, et pourtant le centre de la Galaxie apparaît mille fois moins brillant que s'il n'y avait pas de poussière.

La poussière intergalactique récemment découverte est trop disséminée pour cacher entièrement des galaxies comme le font les nuages de poussière sombre de la Voie Lactée qui occultent quelques étoiles. L'espace intergalactique reste si transparent à la lumière visible que les astronomes peuvent observer des galaxies et des quasars situés à des milliards d'années-lumière. L'effet de la poussière intergalactique sur notre vision de ces objets distants est minime.

De petites quantités de poussière présentes dans notre Galaxie font apparaître de nombreuses étoiles plus rouges et moins éclatantes qu'elles ne le sont en réalité. Il est donc possible que les astronomes sous-estiment la luminosité d'une étoile ou sur-estiment sa distance.

De même, les comparaisons entre galaxies et quasars qui reposent sur la luminosité relative de ces objets peuvent être erronées, en présence de quantités importantes de poussière.

Les écarts entre le comptage et la couleur des galaxies et des quasars, proches et éloignés, ont amené quelques spécialistes de la cosmologie à imaginer que la poussière intergalactique jetait peut-être une ombre sur la scène cosmique.

Les découvertes faites par ISO confirment ces soupçons. Les astronomes, dans leur effort permanent de mesurer la taille et l'âge de l'Univers et d'étudier l'évolution des galaxies devront tenir compte de l'affaiblissement de la luminosité dû à la poussière intergalactique. Les galaxies beaucoup plus jeunes, comme la Voie Lactée, observées de loin, sont peut-être plus lumineuses qu'elles ne semblent l'être.

* * *

L'âge de la Lune

On pense que la Lune s'est formée aux premiers moments de l'existence du système solaire. Cette théorie est confirmée par l'étude de nombreux échantillons de roches lunaires au moyen d'une nouvelle technique de datation faisant appel aux isotopes de tungstène et d'hafnium. Les résultats donnent un âge supérieur à 4,5 milliards d'années, en bon accord avec celui admis pour le système solaire.

* * *

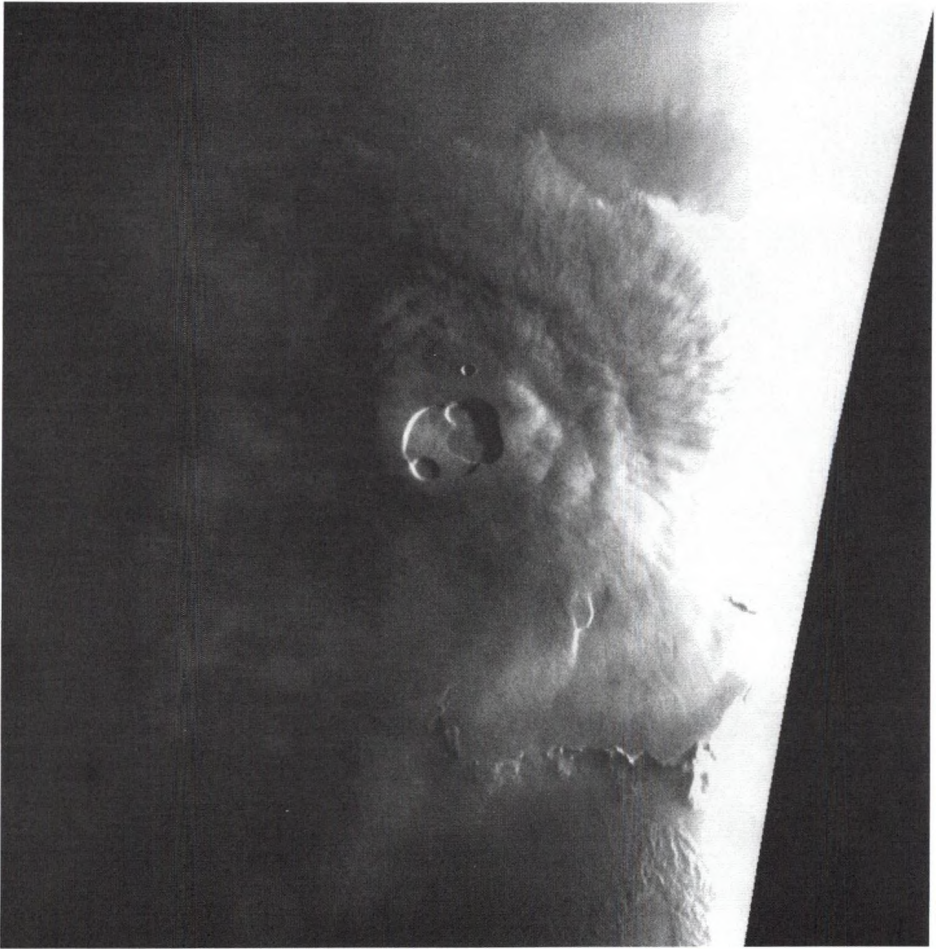
Galileo

Il y a 6 ans, après un lancement longtemps retardé, et de graves ennuis de télécommunication, on ne donnait pas cher des capacités de cette sonde spatiale marquée par le sort. Et pourtant! Les prouesses des ingénieurs ont permis d'établir une liaison adéquate, et même

performante si l'on considère que l'antenne prévue à cet effet est inutilisable. La mission de deux ans en orbite jovienne se termine, mais le succès en est si considérable que l'on a voté pour accorder deux années supplémentaires et réaliser ainsi une extension de la mission que l'on a baptisée « Galileo Europa Mission », ou « GEM ». Celle-ci permettra des analyses plus détaillées, en particulier celle du satellite Io qui avait été raté en début de mission par suite du débit insuffisant des télécommunications. Comme le nom l'indique, l'extension GEM ciblera plus précisément le satellite Europe, que Galiléo survolera à huit reprises. Quant à Callisto, il sera observé quatre fois.

Lors de son passage le plus rapproché, Galileo pourra observer des détails de l'ordre du mètre sur Europe, une performance unique à une telle distance de la Terre. Les analyseurs infrarouges seront capables de déceler les traces éventuelles de matière organique et de donner des indications plus précises sur les conditions physico-chimiques à la surface de cet astre qui renferme peut-être des formes de vie. La plupart des scientifiques pensent que sous la croûte de glace qui recouvre Europe, il y a, au moins par endroits, un océan d'eau liquide. Les fractures de la croûte observées dans les images sont d'ailleurs très semblables à celles que l'on peut voir sur les banquises terrestres. L'énergie interne du satellite, prodiguée par les forces de marées entre Jupiter et son escouade de satellites galiléens, entretiendrait dans l'océan une température tout à fait agréable qui conviendrait parfaitement à des organismes du type de ceux qui existent chez nous.

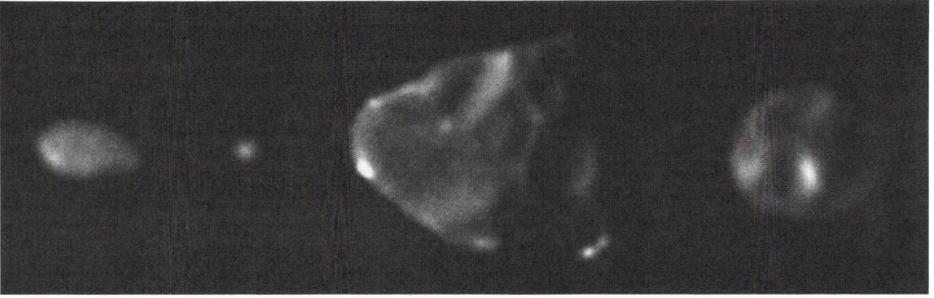
Les onze orbites parcourues lors des deux premières années ont amené à plusieurs reprises Galileo dans les parages des satellites galiléens. Ce sont surtout Ganymède et Europe qui ont été visités et nous en reproduisons ici quelques belles images. Mais d'autres petits satellites ont été scrutés, généralement de très loin. Cela nous donne l'occasion de présenter un portrait de famille.



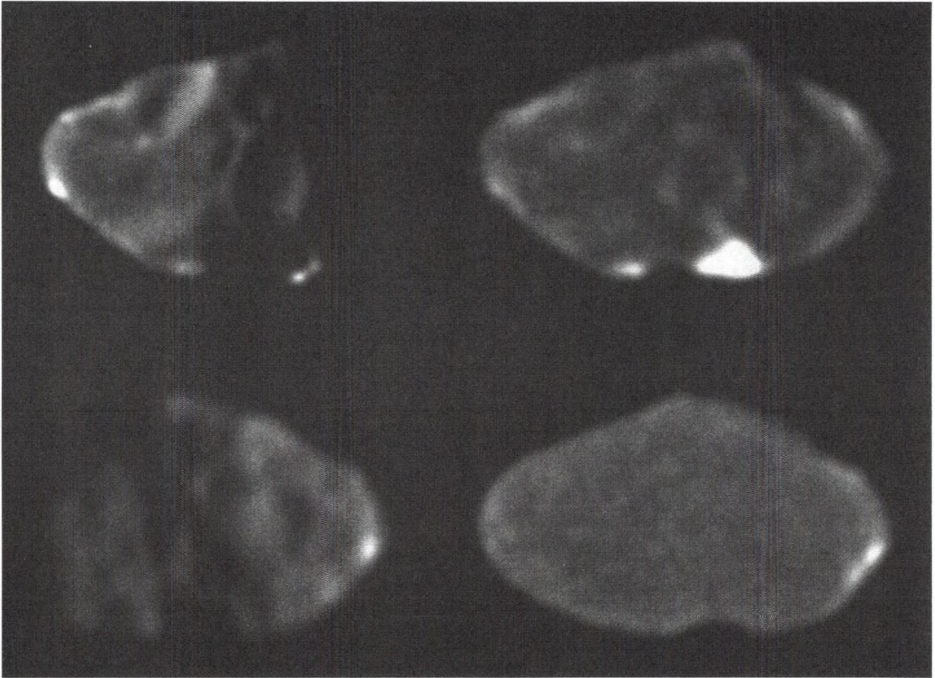
Sur la planète Mars, Olympus Mons, le plus grand volcan du système solaire, vu par la sonde Galileo. (© NASA)

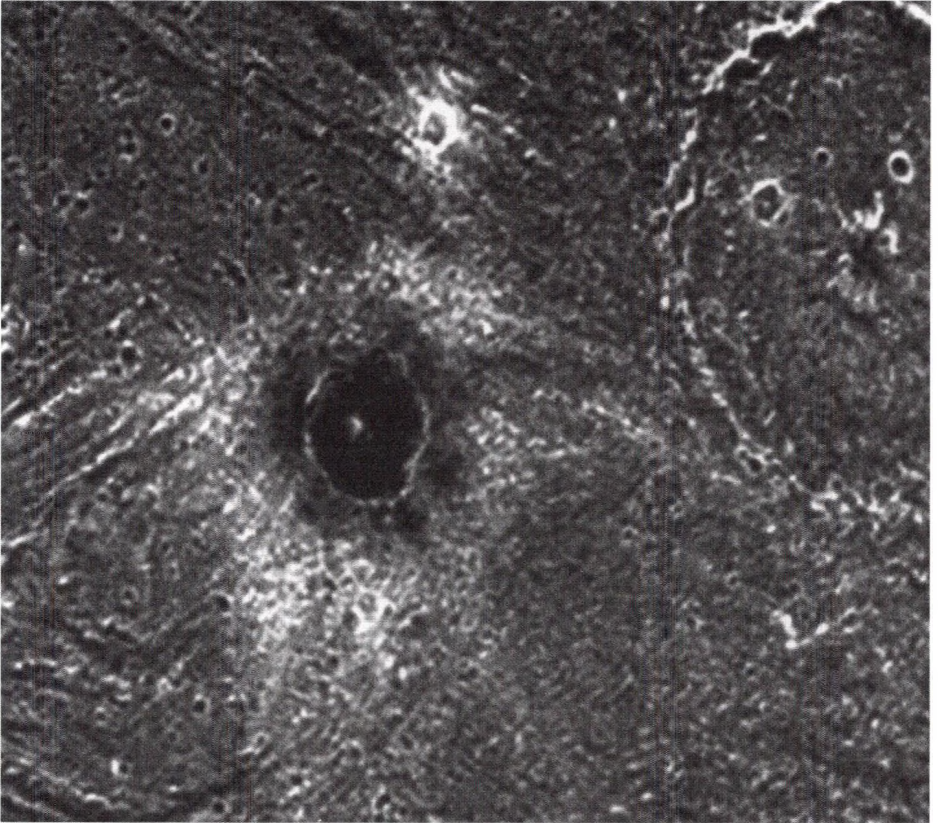


Toujours sur Mars, la vallée de Mariner, observée par Galileo. (© NASA)



Les satellites galiléens n'ont pas été les seuls examinés par Galileo. L'image ci-dessus montre quatre petits satellites situés plus près de la planète. De gauche à droite, et à l'échelle : Metis (que l'on voit sur l'anneau à la page XXX), Adrastea, Amalthea et Phoebe. Quatre aspects du plus gros, Amalthea, sont repris ci-dessous
(© NASA)



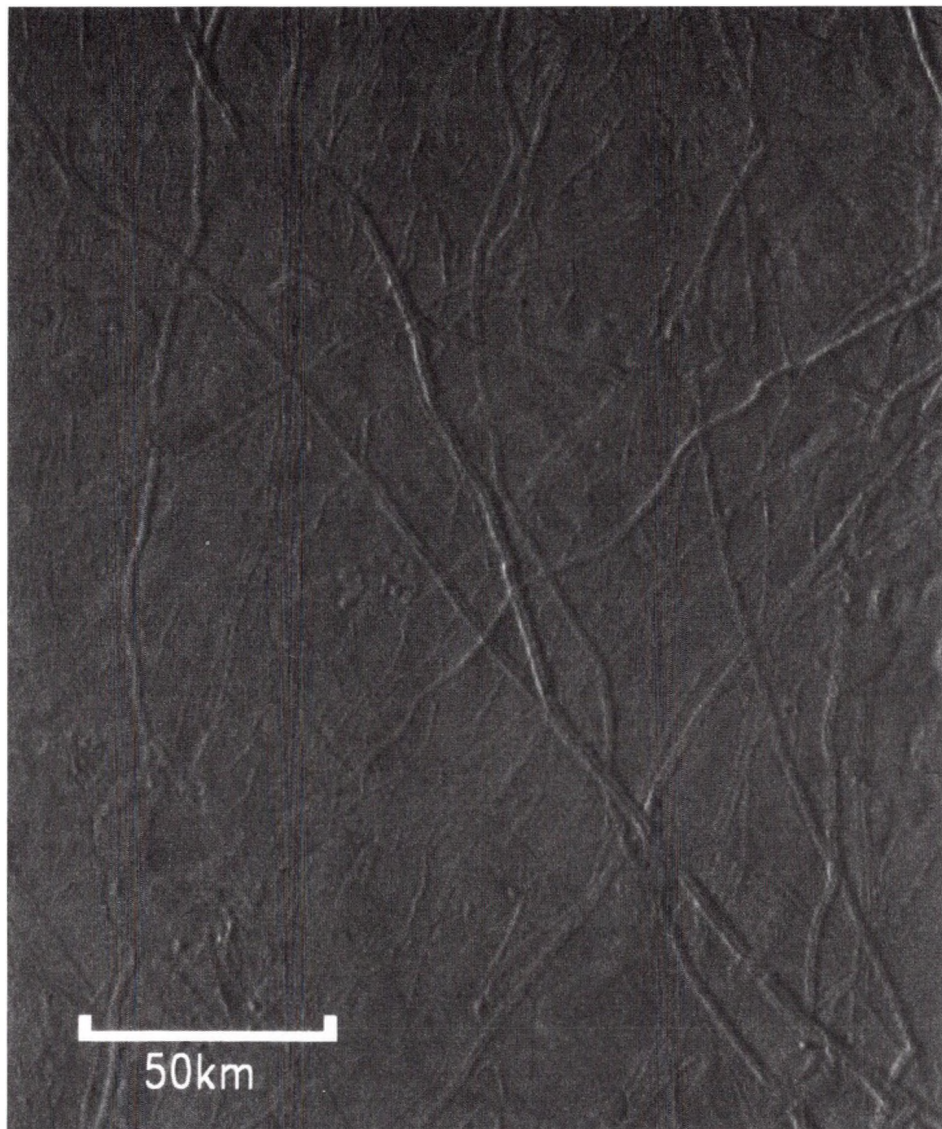


Le cratère de Ganymède Khensu, de 13 km de diamètre, se caractérise par une couleur très sombre, due peut-être aux débris de la météorite qui l'a créé, ou à la remontée de matière souterraine lors de l'impact. On notera la différence d'aspect avec l'autre cratère, plus grand, situé en haut à droite.

(© NASA)



Le cratère Nergal et son petit compagnon (toujours sur Ganymède) sont entourés d'une zone annulaire sombre, elle-même entourée d'un cercle plus brillant que les terrains voisins. On pense qu'un épanchement de boue s'est écoulé des cratères pour former ces structures.
(© NASA)

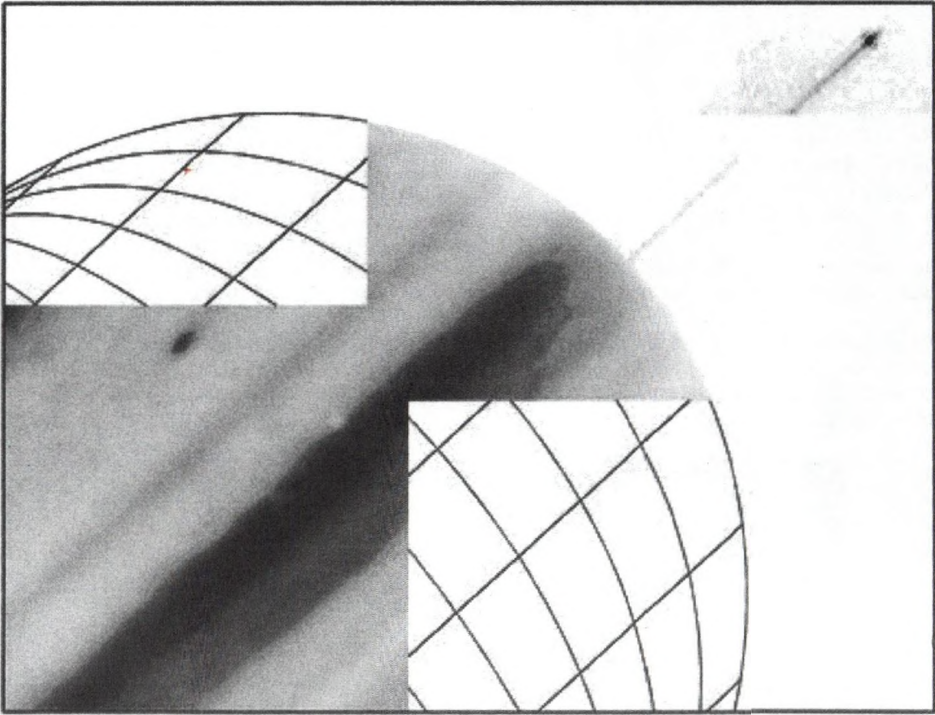


**Le rainurage qui zèbre la surface d'Europe est dû à des écoulements provoqués par des volcans de glace. Sous cette surface glacée il existe peut-être un océan liquide réunissant les conditions propices à la vie.
(© NASA)**

Jupiter en infrarouge

La caméra infrarouge du Hubble Space Telescope permet d'observer Jupiter sous un nouvel aspect. En combinant trois images obtenues par Nicmos (Near Infrared Camera and Multi-Object Spectrometer) dans une longueur d'onde propre au méthane, les

scientifiques du Hubble ont produit la photo ci-dessous, où l'on voit des bandes de nuages de méthane parallèles à l'équateur, ainsi que la trace fine des anneaux de Jupiter. Au bord du champ, dans le plan des anneaux, un point marque le satellite Métis.



Jupiter • September 17, 1997
PRC97-37 • November 20, 1997 • ST ScI OPO
R. Beebe (New Mexico State University) and NASA

HST • NICMOS

Jupiter, ses anneaux et Métis en infrarouge.

Un cratère géant sur Vesta

Les images prises par le Hubble Space Telescope montre que l'astéroïde Vesta porte les traces d'un impact catastrophique qui a probablement failli réduire cette petite planète en un nuage de débris. Comment Vesta a pu résister à un tel choc? C'est à ce problème que s'attaquent maintenant les théoriciens du système solaire.

Beaucoup d'astres connus montrent des cratères d'impact. A moins d'une érosion ou d'un renouvellement constant de la croûte superficielle, les planètes solides, les satellites et les astéroïdes ont une foule de cicatrices qui témoignent des hasards de la mécanique céleste. Les astéroïdes Gaspra et Ida, et même Dactyl, satellite de ce dernier, tous photographiés par Galileo, montrent de beaux cratères. Certains cratères sont très grands relativement à la taille de l'astre qui les porte. Phobos et Mimas sont des exemples du genre. Mais Vesta semble emporter la palme du plus gros cratère. Celui-ci est vu pratiquement de profil sur les images ci-dessous, au pôle sud de l'astéroïde. Il recouvre pratiquement tout un hémisphère avec un diamètre de 450 km, comparés aux 530 km de Vesta.

A posteriori, les astronomes reconnaissent qu'ils devaient s'attendre à la présence de gros cratères sur Vesta. Ils savent en effet que toute une famille de petits astéroïdes partagent des caractères de Vesta et en proviennent probablement directement. Vesta est le plus gros fragment d'un astre plus grand qui a été érodé par diverses collisions dans la ceinture des astéroïdes. Le cratère géant que l'on voit est le résultat du dernier impact important. On pense que six pour cent des météorites tombant sur Terre proviennent de Vesta, faisant de lui, Mars et la Lune les seuls corps célestes dont nous possédions des échantillons.

Pour gigantesque qu'il soit, ce cratère n'a cependant qu'une profondeur d'une douzaine de kilomètres, et le volume total des débris expulsés par l'impact ne représente qu'un pour cent du volume de l'astéroïde. La collision a atteint les couches internes, le « manteau », de Vesta et celui-ci est remonté à la surface, profitant de la faible gravité, pour former un pic central de 12 km de haut, bien visible près du pôle sud.

A gauche, l'image de Vesta par le HST. Les deux autres images sont le résultat de traitements par ordinateur.
(© NASA)

