

# L'astronomie dans le monde



## ***Un amas avec un secret***

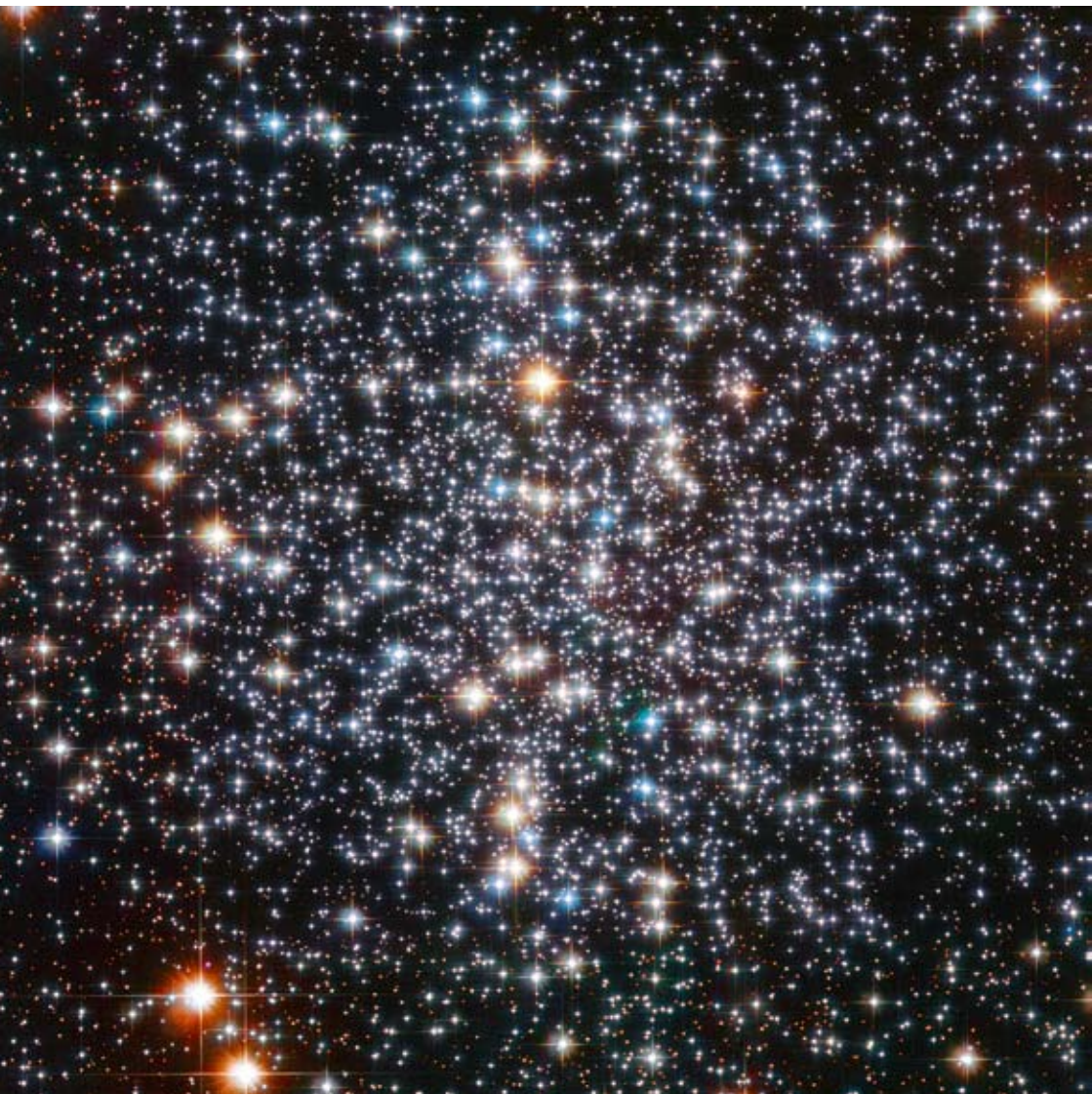
*Basé sur un communiqué ESO*

Une nouvelle image réalisée à l'observatoire de La Silla de l'ESO au Chili montre le spectaculaire amas d'étoiles Messier 4. Cette « boule » composée de dizaines de milliers d'étoiles âgées est l'un des amas globulaires les plus proches de la Terre et parmi les plus étudiés. Une récente étude a révélé que l'une de ses étoiles a des propriétés étranges et inattendues, possédant apparemment le secret de la jeunesse éternelle.

***L'amas M4 photographié avec la caméra WFI sur le télescope MPG/ESO de 2,2 mètres de l'observatoire de La Silla (ESO)***

Plus de 150 amas globulaires datant du lointain passé de l'univers sont en orbite autour de La Voie lactée, notre galaxie. L'amas Messier 4 (aussi appelé NGC 6121), dans la constellation du Scorpion, est l'un des plus proches de la Terre. Cet objet brillant peut

*Le centre de l'amas M4 photographié par le télescope spatial Hubble (NASA/ESA)*



facilement être observé avec des jumelles, à proximité de la belle étoile rouge Antares et un petit télescope d'amateur permet de résoudre quelques-unes de ses étoiles.

Cette nouvelle image de l'amas réalisée avec la caméra WFI (Wide Field Imager) sur le télescope MPG/ESO de 2,2 mètres à l'observatoire de La Silla de l'ESO révèle bien plus d'étoiles parmi les dizaines de milliers de l'amas, que l'on voit ici à l'arrière-plan de la Voie Lactée.

Les astronomes ont également étudié de nombreuses étoiles de l'amas avec des instruments du VLT de l'ESO. En décomposant la lumière des étoiles dans ses différentes couleurs, ils peuvent déduire leur composition chimique et leur âge.

Les nouveaux résultats concernant les étoiles dans Messier 4 ont été surprenants. La plupart des éléments chimiques plus lourds que l'hélium sont créés dans les étoiles puis dispersés dans le milieu interstellaire à la fin de leur vie. Cette matière enrichie forme alors les briques élémentaires des futures générations d'étoiles. Les très vieilles étoiles, telles que celles des amas globulaires, se sont formées avant l'enrichissement du milieu interstellaire. Elles ont moins d'éléments lourds que les étoiles telles que le Soleil qui se sont formées plus tard. C'est effectivement ce que l'on trouve, mais une récente campagne d'observation a révélé que l'une des étoiles contient bien plus de lithium, un élément léger rare, que ce que l'on attendait. L'origine de ce lithium est mystérieuse. Normalement, cet élément est progressivement détruit au cours des milliards d'années de la vie de l'étoile, mais cette étoile exceptionnelle semble avoir le secret de la vie éternelle. Elle a, soit réussi à conserver son lithium original, soit trouvé un moyen de s'enrichir en lithium récemment conçu.

Cette image de la caméra WFI donne une vue panoramique de l'amas et de son riche environnement. Une image complémentaire et plus détaillée de la seule région centrale, réalisée par le télescope spatial NASA/ESA Hubble, a également été diffusée dans le cadre de la série « l'image de la semaine Hubble » (cf page précédente).

## Un résultat « sucré » en provenance d'ALMA

*Basé sur un communiqué ESO*

Des astronomes utilisant le réseau d'antennes ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array) ont trouvé des molécules de glycolaldéhyde – une forme simple de sucre<sup>1</sup> – dans le gaz entourant une jeune étoile binaire de masse équivalente à celle du Soleil, appelée IRAS 16293-2422 et située dans la région de formation stellaire de  $\rho$  (rho) Ophiuchi.

Du glycolaldéhyde avait déjà été détecté dans l'espace interstellaire auparavant<sup>2</sup>, mais c'est la première fois qu'il est découvert à si grande proximité d'une étoile semblable au Soleil, à une distance comparable à la distance Uranus-Soleil. Cette découverte montre que quelques-uns des composés chimiques nécessaires à la vie existaient déjà à l'époque de la formation des planètes<sup>3</sup>.

La sensibilité élevée d'ALMA s'est révélée essentielle pour ce type d'observations, effectuées à l'aide d'un réseau encore incomplet d'antennes au cours de la phase de vérification scientifique de l'observatoire.

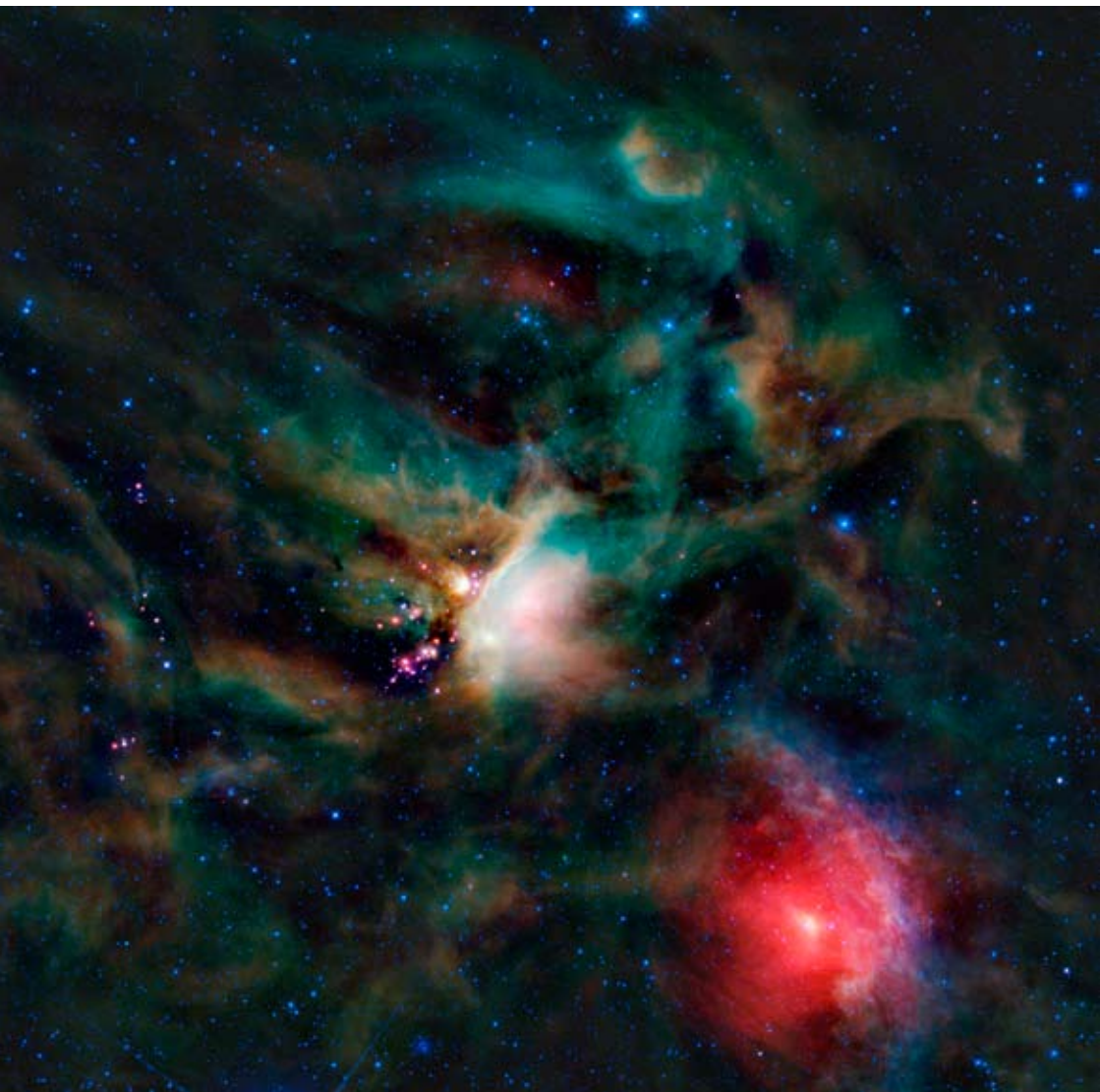
Les observations d'ALMA révèlent que les molécules de sucre chutent vers l'une des étoiles du système. Elles ne se trouvent pas

1 Le sucre est la dénomination commune d'un ensemble de petits carbohydrates (des molécules contenant du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène, avec un rapport atomique typique de 2:1 pour l'hydrogène:oxygène, comme pour l'eau). Le glycolaldéhyde a pour formule chimique :  $C_2H_4O_2$ . Le sucre couramment utilisé dans la nourriture et les boissons est le sucrose, une molécule de taille plus grande que le glycolaldéhyde, autre exemple de ce type de composés.

2 Le glycolaldéhyde a été jusqu'à présent détecté en deux endroits de l'espace, tout d'abord dans la direction du centre du nuage galactique Sgr B2 en utilisant le télescope de 12 mètres de la National Science Foundation (NSF) à Kitt Peak (USA) en 2000 et le Green Bank Telescope Robert C. Byrd de la NSF (aux USA également) en 2004, puis dans le noyau moléculaire de grande masse et de température élevée G31.41+0.31 à l'aide de l'interféromètre du Plateau de Bure (IRAM) (France) en 2008.

3 Les mesures précises effectuées en laboratoire des ondes caractéristiques émises par le glycolaldéhyde dans le domaine radio se sont révélées cruciales lors de l'identification de la molécule dans l'espace. Outre le glycolaldéhyde, IRAS 16293-2422 est connu pour abriter un certain nombre d'autres molécules organiques complexes, parmi lesquelles l'éthylène glycol, le formiate de méthyle et l'éthanol.





*La région de formation stellaire  $\rho$  (rho) Ophiuchi en lumière infrarouge prise par WISE, l'explorateur infrarouge à grand champ de la NASA. Sur la version couleur de cette image ([www.eso.org](http://www.eso.org)) les émissions aux longueurs d'onde de 3,4 et 4,6 micromètres*

*et dues principalement aux étoiles figurent en bleu et cyan. Les émissions à 12 et 22 micromètres, caractéristiques de la poussière, figurent en rouge et vert. (NASA/JPL-Caltech/WISE Team).*



*Vue panoramique des antennes d'ALMA sur le plateau andin de Chajnantor (ESO)*

seulement sur la trajectoire d'une planète, elles se déplacent également dans la bonne direction.

Les nuages de gaz et de poussière dont l'effondrement génère de nouvelles étoiles sont extrêmement froids. Leur température avoisine généralement les 10 degrés au-dessus du zéro absolu, soit -263 degrés Celsius et beaucoup de gaz se condense sous forme de glace autour de particules de poussière auxquelles elles se lient pour former des molécules plus complexes. Dès qu'une étoile s'est formée au centre d'un nuage en rotation, elle en chauffe les régions périphériques, ce qui se traduit par l'évaporation des complexes moléculaires et l'émission d'un rayonnement

caractéristique dans le domaine radio. Ce sont ces ondes radio qui peuvent être cartographiées à l'aide de puissants radiotélescopes tel qu'ALMA.

IRAS 16293-2422 se situe à quelque 400 années-lumière de la Terre. Elle est donc relativement proche de nous, ce qui en fait un excellent objet d'étude pour les astronomes étudiant les molécules et la chimie autour d'étoiles jeunes. En exploitant la puissance de la nouvelle génération de télescopes tel qu'ALMA, les astronomes ont désormais l'opportunité d'étudier en détail les nuages de gaz et de poussière qui participent à la constitution des systèmes planétaires.

L'une des grandes questions est : quel degré de complexité ces molécules peuvent-elles atteindre avant d'être intégrées aux nouvelles planètes ? La réponse pourrait nous renseigner

sur la façon dont la vie peut apparaître quelque part et les observations d'ALMA s'avèrent essentielles pour lever le voile sur ce mystère.

Les premières observations scientifiques au moyen d'un réseau partiel d'antennes débutèrent en 2011. Les résultats décrits ici utilisent certaines des données issues de la phase de vérification scientifique. La construction d'ALMA sera achevée en 2013 : 66 antennes de haute précision seront alors pleinement opérationnelles.

### ***Le cratère Hadley***

La sonde Mars Express de l'ESA s'était récemment engagée dans une mission de support pour le nouveau rover de la NASA, Curiosity. Elle est maintenant revenue à sa tâche principale, l'étude de la géologie et de l'atmosphère de la Planète Rouge.

Au début de l'année, Mars Express a observé le cratère Hadley, de 120 km de diamètre dévoilant ainsi l'intérieur de la croûte martienne jusqu'à une profondeur de 2 600 m.

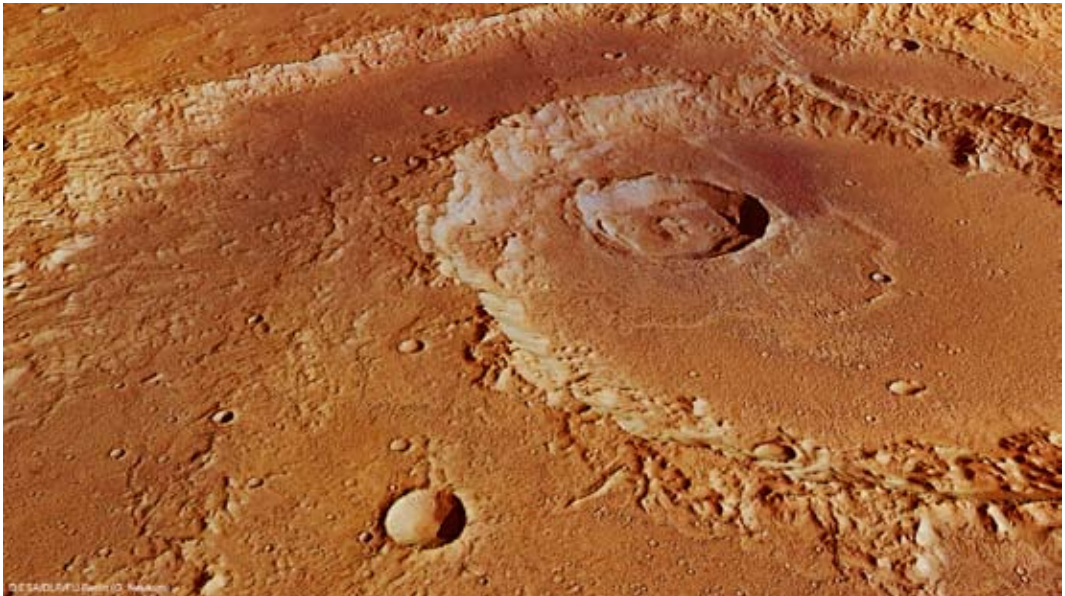
*Vue en perspective du cratère Hadley  
(Mars Express, ESA)*

Les images montrent de nombreux cratères postérieurs à Hadley.

Les éjectas de ces petits cratères sont d'un intérêt tout particulier. Deux d'entre eux montrent des signes d'éléments volatiles, peut-être de la glace d'eau, jusqu'à une centaine de mètres sous la surface. Lors des impacts l'eau se mélangerait aux autres composants pour former une boue qui se répandrait en surface.

Le cratère de Hadley montre le phénomène de « mass wasting », un processus d'érosion qui fait que le cratère est plus profond d'un côté que de l'autre. Ce mécanisme peut commencer avec des tremblements de terre, diverses sortes d'érosion, ou l'apport d'eau. Dans le cas de Hadley, on n'a cependant aucune indication de ce qui en est à l'origine, ni de la durée sur laquelle le phénomène s'est produit.

George Hadley (1685-1768) était un juriste et météorologue anglais. Il a donné son nom au système de circulation atmosphérique qui assure le transport de la chaleur et de l'humidité des tropiques aux hautes latitudes (les « cellules de Hadley »).





## La généalogie du Soleil révélée par les météorites

Basé sur un communiqué CNRS/INSU

Les astronomes sont parvenus à établir la généalogie de notre Soleil en élucidant la présence d'un élément radioactif, l' $^{26}\text{Al}$ , dans le système solaire primitif. L' $^{26}\text{Al}$ , un isotope radioactif de l'aluminium (d'une durée de vie moyenne d'un million d'années), était présent dans certaines inclusions météoritiques au tout début du système solaire, il y a 4,5 milliards d'années. On a longtemps expliqué son existence par l'explosion d'une supernova à proximité du Soleil en formation. Cependant la rareté d'un tel phénomène implique que des conditions exceptionnelles auraient conduit à la formation du système solaire.

En se basant sur des observations astrophysiques d'étoiles jeunes et des calculs, les chercheurs ont montré que l' $^{26}\text{Al}$  provenait du vent d'une étoile massive née quelques millions d'années avant le Soleil. Cette étoile a non seulement synthétisé l' $^{26}\text{Al}$  retrouvé dans les inclusions météoritiques mais elle est également à l'origine de la formation du Soleil. En effet, en accumulant autour d'elle de gigantesques quantités d'hydrogène, elle a produit une nouvelle génération d'étoiles.

Cette étoile – que les astronomes proposent de baptiser Coatlucue (la mère du Soleil dans la cosmogonie aztèque) – une trentaine de fois plus massive que le Soleil, est née en même temps qu'environ 2 000 autres étoiles. Elle était l'étoile la plus massive de sa génération. Elle est morte depuis dans une gigantesque explosion de supernova.

Le Soleil serait né avec quelques centaines de frères jumeaux à la composition chimique identique. Ils auraient eu une masse comparable à celle du Soleil, mais peu d'in-



*Image en infrarouge du gaz froid accumulé autour d'une étoile massive (masquée au centre de l'image) âgée de quelques millions d'années. Des étoiles de masse solaire vont se former dans la coquille de gaz froid d'environ 1 000 masses solaires et située à 10 parsecs de l'étoile centrale. C'est dans une telle coquille que serait né notre Soleil il y a 4,5 milliards d'années, en même temps que quelques centaines d'autres étoiles. (© Image tirée de Deharveng et al. (2010) *Astronomy & Astrophysics* 523, A6)*

fluence sur son développement ou celui de son cortège de planètes. Ces jumeaux se sont dispersés dans la Galaxie sans que nous puissions les identifier avec certitude.

Le mécanisme ainsi identifié par les scientifiques étant un mécanisme générique de formation d'étoiles, cela implique que la naissance de notre Soleil n'a pas nécessité de conditions exceptionnelles comme on l'a cru jusqu'à présent. De nombreuses étoiles dans la Galaxie se sont formées dans des conditions similaires, faisant du Soleil une étoile banale.

## **Dawn**

La sonde interplanétaire Dawn a quitté la petite planète (ou l'astéroïde géant) Vesta aussi discrètement qu'elle l'avait abordée il y a plus d'un an. Elle atteindra sa seconde cible, la naine Cérés (un peu plus grosse que Vesta) au début de 2015.

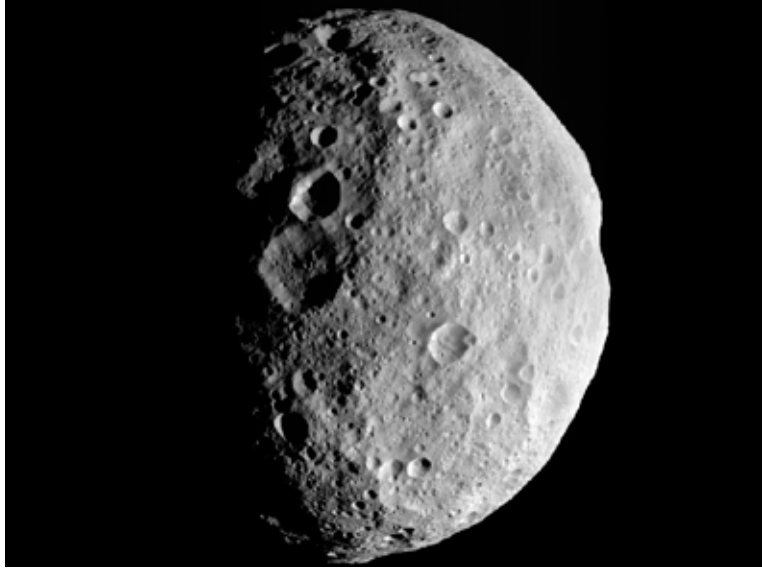
Vesta s'est révélé comme un fossile particulier du système solaire primitif avec une surface plus variée que prévu. Sous de nombreux aspects, Vesta ressemble plus à une planète de petite taille ou à la Lune qu'à un astéroïde.

Les théories de l'histoire de Vesta ont été confirmées dans les grandes lignes mais Dawn a pu affiner une série de détails que l'on n'aurait jamais pu découvrir de loin.

On perçoit maintenant Vesta comme un corps stratifié, avec un noyau de fer d'un rayon de 110 km qui a survécu aux premiers temps du système solaire, un manteau et une croûte. La Lune et les planètes terrestres se sont formées d'une façon similaire.

Les minéraux exposés dans les entailles créées par de nombreux impacts témoignent de la présence à une époque reculée d'un océan souterrain de magma. Un tel océan résulte de la fusion presque complète de l'astre.

Les observations de Dawn ont également permis de confirmer qu'une classe particulière de météorites trouvées sur Terre proviennent bien de Vesta. La signature du pyroxène (un minéral riche en fer et en magnésium) trouvée dans ces météorites correspond parfaitement à celle des roches superficielles de Vesta. Les météorites de Vesta constituent une large part (6%) des météorites connues et c'est la première fois que l'on a pu visiter la source de ces pierres tombant du ciel.



*L'une des dernières images de Vesta prises par la sonde Dawn le 26 août, quelques jours avant son départ vers Cérés. On voit la région nord de Vesta, une zone qui était dans la nuit lors de l'arrivée de Dawn en juillet 2011. (NASA/JPL-Caltech/UCLA/MPS/DLR/IDA)*

La topographie de Vesta s'est révélée très accidentée avec des pentes abruptes et des glissements de terrain plus fréquents que prévu.

Le pic central du bassin Rheasilvia dans l'hémisphère sud est beaucoup plus grand par rapport à la taille du cratère que ce que l'on constate sur la Lune par exemple. Vesta montre aussi d'autres similitudes avec des mondes de faible gravité comme les petites lunes glacées de Saturne. On y voit aussi de forts contrastes de teinte et de brillance

Les grands bassins de Vesta, comme Veneneia et Rheasilvia sont étonnamment jeunes, deux et un milliards d'années respectivement, alors qu'ils sont très âgés sur la Lune.

La comparaison de Vesta et de notre satellite se révèle ainsi d'un très grand intérêt pour comprendre l'évolution du système solaire et l'on attend avec impatience ce que Dawn trouvera sur Cérés.





*Trace laissée par Curiosity dans le sable martien, le 4 septembre (NASA/JPL-Caltech)*

### **Curiosity**

Le 4 septembre (« Sol 29 » pour Curiosity) le nouveau rover martien a effectué son plus long parcours, une trentaine de mètres. Il cumulait alors 109 mètres. Ce n'est évidemment qu'un début, on table sur un to-

tal d'au moins 5 à 20 kilomètres. La vitesse moyenne du rover devrait être d'une trentaine de mètres à l'heure avec des pointes à 90.