

L'astronomie dans le monde

COROT

Basé sur communiqué ESA

Le satellite COROT qui a été lancé 27 décembre depuis Baïkonour (Kazakhstan), est chargé d'une mission d'astronomie inédite dont l'objectif est double : détecter des exoplanètes et étudier les mystères que recèle le cœur des étoiles. Cette mission est conduite sous l'égide du Centre national d'études spatiales (CNES) avec la participation de l'Agence spatiale européenne (ESA) et de divers pays en majorité européens, dont le nôtre. L'Institut d'Astrophysique de Liège est fortement impliqué dans le projet.

COROT est l'abréviation de « Convection, Rotation et Transits planétaires », ce qui correspond aux objectifs scientifiques de la mission.

« Convection et rotation » font référence à la capacité du satellite de sonder l'intérieur des étoiles en étudiant les ondes acoustiques qui se propagent à leur surface, une technique dénommée sismologie stellaire ou « astérosismologie ».

« Transit planétaire » évoque la technique utilisée pour détecter la présence d'une planète en orbite autour d'une étoile grâce à la diminu-



Vue d'artiste de COROT observant le transit d'une exoplanète (© CNES/D. Ducros)

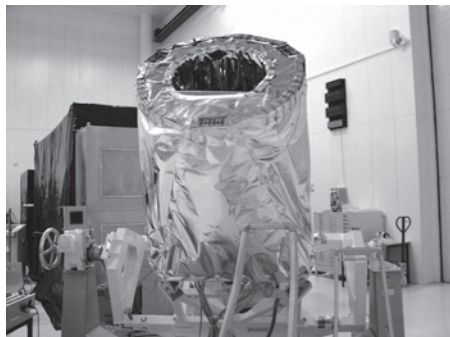
tion de luminosité qu'elle provoque en passant devant l'étoile.

Pour remplir ses deux objectifs scientifiques, COROT observera plus de 120 000 étoiles à l'aide de son télescope de 30 cm de diamètre.

COROT va révolutionner la recherche de planètes autour d'autres étoiles que notre Soleil. Au cours des 10 années qui ont suivi la découverte en 1995 de la première exoplanète, 51 Pegasi b, 200 autres planètes ont été détectées par des observatoires terrestres. Le satellite COROT devrait en découvrir bien d'autres pendant sa mission de deux ans et demi et repousser les limites de nos connaissances en nous permettant de découvrir des planètes de plus en plus petites.

La plupart des planètes qui seront détectées par COROT seront probablement des mondes gazeux, de type « Jupiter chaud ». Mais on s'attend également à la découverte de 10 à 40 planètes telluriques dont certaines pourraient être à peine plus grandes que la Terre (voire plus petites). Comme la plupart des exoplanètes connues actuellement, ces planètes telluriques seront en orbite serrée autour de leur

Le télescope de COROT en tests au laboratoire (© CNES)



étoile. Pour découvrir des mondes plus semblables à la Terre il faudra probablement attendre une mission de la NASA prévue pour 2008.

Lorsqu'il braquera ses instruments sur une étoile, COROT pourra également observer des « séismes stellaires », ces ondes acoustiques provenant des profondeurs de l'étoile et qui se propagent à la surface de celle-ci, modifiant sa luminosité. La nature de ces vibrations permettra aux astronomes de déduire avec précision la masse, l'âge, la structure et la composition chimique des étoiles.

Etoiles proches

Les astronomes ont trouvé 20 nouveaux systèmes stellaires dans notre voisinage proche. Ils incluent entre autres les 23^e et 24^e plus proches étoiles du Soleil. Si l'on ajoute 8 autres systèmes découverts par la même équipe et 6 par d'autres groupes depuis 2000, la population recensée à moins de 33 années-lumières (dix parsecs) de nous s'est accrue de 16 pour cent en six ans.

Les découvertes sont l'œuvre du RECONS (Research Consortium on Nearby Stars), un consortium qui utilise les petits télescopes de l'observatoire CTIO (Cerro Tololo Inter-American Observatory) dans les Andes chiliennes depuis 1999.

Le but de ces recherches est d'effectuer un recensement complet de notre voisinage et d'en déduire une bonne idée statistique de la démographie stellaire de notre Galaxie : masse, stade d'évolution, fréquence des systèmes multiples.

En raison de leur proximité ces systèmes sont des cibles de choix pour la recherche d'exoplanètes et, in fine, pour des études d'exobiologie qui devraient montrer si d'éventuelles planètes pourraient y supporter des formes de vie.

Les 20 nouveaux astres sont tous des naines rouges, comme 239 des 348 objets que l'on connaît à moins de 10 parsecs. Sur foi de ce sondage, on déduit que les naines rouges constituent pour le moins 69 pour cent des citoyens de la Voie Lactée.

Les naines rouges sont donc très nombreuses, mais elles sont si faibles que l'on ne peut en voir aucune à l'œil nu.

La distance de ces étoiles a été mesurée par la technique classique de la parallaxe avec le télescope de 90 cm du CTIO. Cette méthode profite du mouvement annuel de la Terre autour du Soleil qui produit une oscillation de la position apparente des étoiles proches devant celles de l'arrière-plan selon de petites ellipses. Les dimensions de ces ellipses sont directement reliées à la distance des étoiles.

En conduisant les observations pendant plusieurs années, il est possible de mesurer les parallaxes avec une précision de l'ordre de la



Le site de Cerro Tololo est fort encombré. Sur cette photo, on peut voir de gauche à droite les dômes du télescope Curtis-Schmidt, du télescope Mayall de 4m et des télescopes de 1.5 m et 90 cm, certains étant utilisés pour le RECONS. (© AURA/CTIO)

milliseconde d'arc, ce qui se traduit par une précision meilleure que dix pour cent à des distances de 300 années-lumière, et nettement meilleure en deçà.

Les astronomes de l'équipe RECONS pensent encore découvrir d'autres étoiles proches. Le filon semble loin d'être épuisé.

Le but du recensement est de découvrir et mesurer les positions mais aussi l'éclat et la couleur de ces étoiles. Des spectres permettent d'en analyser la composition atmosphérique. Les étoiles qui restent à découvrir sont probablement en majorité des astres de faible masse de type M (naines rouges) et des types L et T (naines brunes), si peu massives qu'elles n'ont pu démarrer des réactions thermonucléaires en leur cœur. Ces naines T et L ne brillent que par l'énergie résiduelle de la contraction gravitationnelle qui avait conduit à leur formation. Le projet RECONS a permis également la découverte de quelques naines blanches qui sont quant à elles les noyaux consumés d'étoiles de masse intermédiaire.

L'énergie noire aux débuts de l'univers

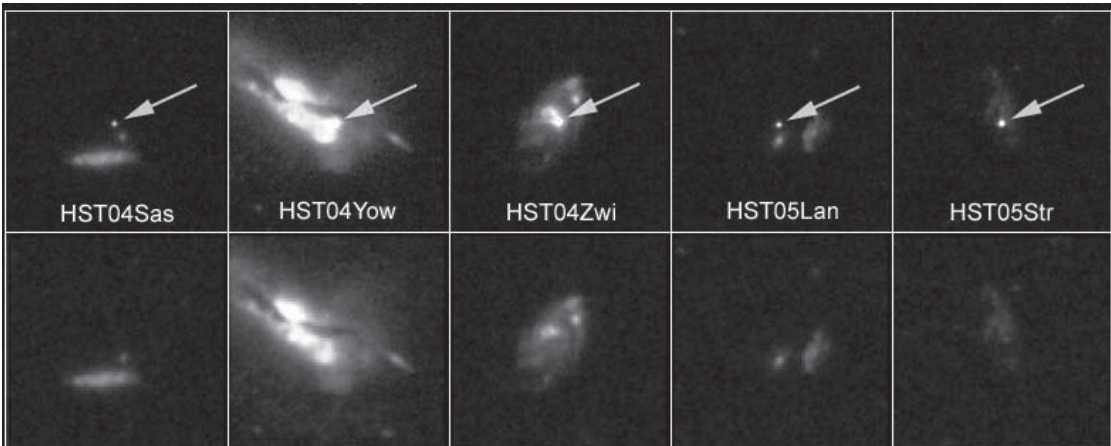
L'énergie noire est une force mystérieuse provenant du vide spatial et qui provoque une expansion accélérée de l'univers. Sa présence est compatible avec la théorie de la relativité générale d'Einstein, et celui-ci l'avait d'ailleurs prédite (la fameuse constante cosmologique)

pour expliquer que l'univers ne s'effondrait pas sur lui-même. La constante cosmologique était restée à l'état d'hypothèse jusqu'en 1998, lorsque les équipes High-z Supernova et Supernova Cosmology Project l'ont identifiée grâce à des observations de supernovae faites depuis le sol et avec le HST, observations ayant démontré que l'expansion de l'univers s'accélérait.

Einstein avait donc eu raison, une fois de plus et il existe bien une espèce de gravité répulsive dans l'espace. Sa constante cosmologique a été rebaptisée énergie noire. Depuis lors, les astronomes se sont évertués à décrypter deux propriétés fondamentales de l'énergie noire, son intensité et son évolution.

En réalisant l'étude de 24 supernovae extrêmement lointaines, et donc très anciennes, le télescope spatial Hubble a permis de conclure que l'énergie noire agissait déjà il y a neuf milliards d'années, contrecarrant l'action de la gravitation. Ces observations confirment que son influence est devenue prépondérante il y a six milliards d'années lorsque le taux d'expansion de l'univers a commencé à s'emballer. Les astronomes espèrent que ces nouvelles données les aideront à comprendre la nature et

Ces clichés pris par le télescope spatial Hubble de la NASA révèlent cinq supernovae et leurs galaxies-hôtes. Ces étoiles ont explosé de 3,5 à 10 milliards d'années avant notre époque.
(© NASA/ESA/STScI)



le comportement de l'énergie noire. Diverses théories prédisent en effet des évolutions différentes au cours du temps. Les chercheurs ont pu montrer que ces anciennes supernovae sont très semblables à celles qui explosent actuellement, ce qui valide leur utilisation comme étalons de distance.

De nouvelles particules

Deux nouvelles particules subatomiques ont été découvertes. Il s'agit de cousines rares et éloignées des protons et des neutrons qui nous sont si familiers.

Appelées « sigma-sub-b », les deux particules sont très instables et se décomposent extrêmement rapidement et il a fallu fouiller parmi des montagnes de données pour les découvrir. Ce sont des membres de la famille baryonique (d'un mot grec signifiant « lourd ») et, comme tous les baryons elles sont constituées de trois quarks.

Les baryons les plus simples sont le neutron et le proton qui s'assemblent pour former les noyaux des atomes de la matière ordinaire. Les nouvelles particules contiennent le deuxième plus lourd des quarks, dénommé le quark

« bottom » par les physiciens. De ce fait elles sont elles-mêmes très lourdes, entre deux et trois fois la masse d'un proton ou d'un neutron. Ce sont ainsi les plus lourds des baryons.

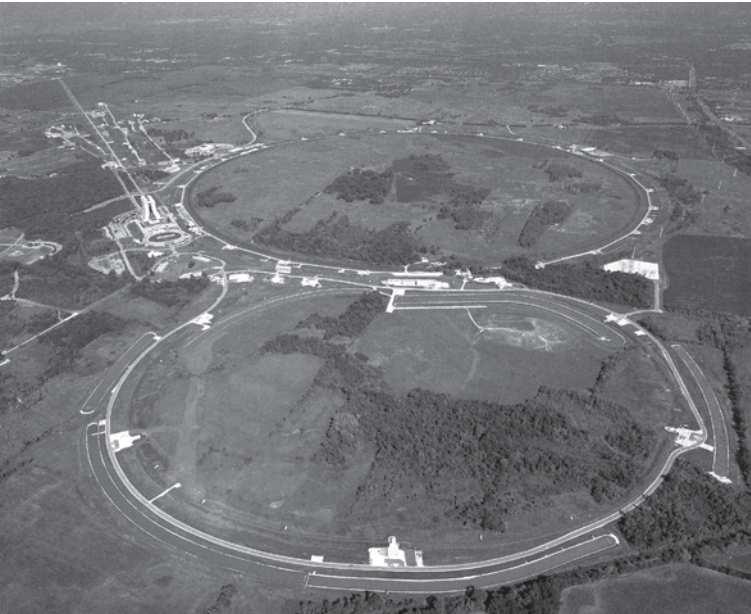
Pour se faire une idée de la rareté des sigma-sub-b, on notera que pour trouver 240 candidats sérieux les chercheurs ont dû examiner la bagatelle de cent milliards de milliards de collisions entre protons et antiprotons. Ces collisions étaient réalisées grâce au Tevatron, actuellement l'accélérateur de particules le plus puissant.

Petit à petit on comprend mieux la façon dont les quarks s'assemblent pour former la matière. La confirmation de l'existence des particules sigma-sub-B aide à compléter ce que l'on peut appeler le tableau périodique des baryons.

Il y a six types différents de quarks, up, down, strange, charm, bottom et top (u, d, s, c, b et t). L'un des nouveaux baryons découverts dans l'expérience CDF consiste en deux quarks up et un bottom (u-u-b), l'autre en deux down et un bottom (d-d-b). Par comparaison, les protons sont des combinaisons u-u-d et les neutrons des d-d-u.

Le collisionneur Tevatron a permis aux physiciens de recréer les conditions présentes dans les premiers instants de la formation de l'univers, reproduisant la matière

L'accélérateur du Fermilab provoque chaque seconde la collision de milliards de protons et d'antiprotons à des vitesses proches de celle de la lumière. Le Tevatron est actuellement l'accélérateur le plus puissant du monde. L'énergie des collisions atteint 2 téra-électronvolts (TeV). On recrée de la sorte les conditions régnant à l'aube de l'univers. (© Fermilab)



exotique qui existait en abondance peu après le Big Bang. Alors que la matière qui nous entoure est seulement faite de quarks up et down, la matière exotique contient d'autres quarks.

Le Tevatron accélère des protons et des antiprotons à des vitesses proches de celle de la lumière et les fait entrer en collision. L'énergie libérée peut se transformer en masse selon la formule célèbre d'Einstein $E=mc^2$. La probabilité de créer des quarks bottom est, selon les lois de la physique quantique, extrêmement faible. C'est pour cela qu'il a fallu produire des milliards de collisions par seconde pour en observer en quantités appréciables.

Galaxie lointaine

Les astronomes ont découvert l'image la plus brillante d'une galaxie de l'univers primitif, distante de 11 milliards d'années-lumière – image formée par le champ de gravitation d'une galaxie d'avant-plan. On voit cet astre lointain sous la forme d'un arc comprenant en réalité quatre images distinctes encerclant la galaxie lentille.

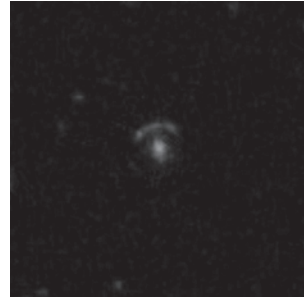
C'est au hasard que l'on doit cette découverte réalisée lors d'une recherche extensive de paires de galaxies en collision à partir du survey SDSS.

L'effet de lentille gravitationnelle intensifie la brillance de la galaxie lointaine par un facteur de l'ordre de dix, ce qui la rend trois fois plus brillante que la plus brillante des mille galaxies dites « Lyman-break » connues jusqu'ici. On pourra ainsi mettre en œuvre un suivi spectroscopique à haute résolution afin de déterminer les abondances des éléments chimiques, de comparer les populations d'étoiles par rapport à celles de notre Voie Lactée et, surtout, de comprendre les mécanismes qui régissent les éjections gazeuses caractérisant les systèmes Lyman-break.

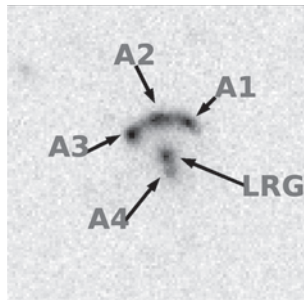
Bombardement lunaire

Des météorites s'abattent sur la Lune bien plus fréquemment que ce que l'on croyait. C'est à cette conclusion que sont arrivés les astronomes qui ont observé deux léonides se fracassant sur la Lune le 17 novembre. Après un an d'observation, ce sont 11 ou 12 impacts

Il a fallu analyser 70 000 images du SDSS pour découvrir cet arc composé des trois images « gravitationnelles » d'une même galaxie formées par une galaxie elliptique plus proche. La petite tache en bas à gauche ne fait pas partie du système. L'activité exceptionnelle de la galaxie lointaine et l'effet d'amplification gravitationnelle rendent cet objet trois fois plus brillant que le plus brillant connu à ce jour.
(© Allam, SDSS-II collaboration)



La découverte de la lentille gravitationnelle a été confirmée par cette photo obtenue au télescope de 3,5m de Apache Point Observatory au Nouveau Mexique. On peut voir la quatrième image gravitationnelle juste en dessous de la galaxie centrale.
(© Allam, SDSS-II collaboration)



qui ont été aperçus, ce qui est quatre fois plus que ce que prévoient les modèles. Si elle se confirme, cette conclusion pourrait modifier les projets de futures missions lunaires.

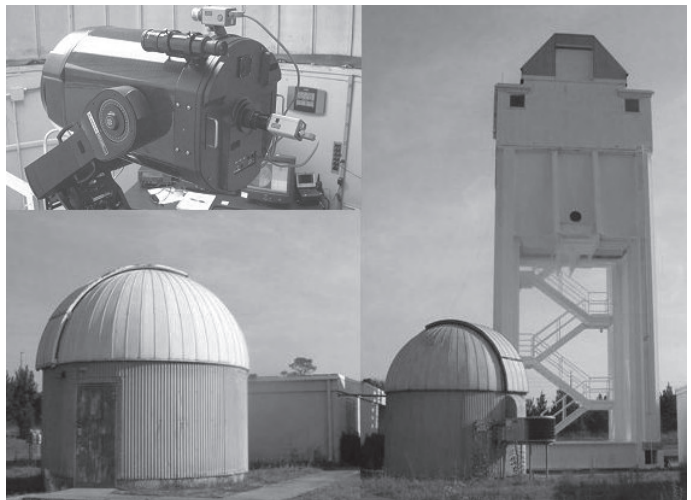
Mais revenons aux léonides. Du 17 au 19 novembre, la Lune et la Terre ont traversé cet essaim de débris provenant de la comète 55P/Tempel-Tuttle et ont donc été copieusement bombardées. La Lune n'étant pas protégée par une atmosphère, les sélénites ne peuvent profiter du spectacle d'une pluie d'étoiles filantes. Les particules ne se désintègrent pas et atteignent le sol en produisant des impacts plus ou moins violents. Les plus grosses météorites provoquent des explosions dont l'éclair peut être observé depuis la Terre. C'est ainsi



Chaque marque indique la position d'un impact observé depuis novembre 2005 par les membres du NASA Meteoroid Environment Office. (© NASA)

que le 17 novembre, des astronomes observant avec deux petits télescopes de 35 cm ont enregistré deux éclairs, l'un de neuvième magnitude dans l'Océan des Tempêtes, l'autre de huitième dans des

L'observatoire des impacts météoritiques lunaires au Marshall Space Flight Center. En inset l'un des deux télescopes de 35 centimètres utilisés pour observer la Lune. (© NASA)



hauts plateaux à proximité du cratère Gauss. Les astronomes estiment que les météorites devaient mesurer de 5 à 8 cm et qu'elles ont heurté la Lune avec une énergie comprise entre 0,3 et 0,6 gigajoule, soit l'équivalent de 80 à 150 kilos de TNT. Cette énorme énergie s'explique évidemment par la vitesse considérable des débris cométaires. Par comparaison, la sonde SMART-1 de l'ESA, beaucoup plus lourde, s'était écrasée le 2 septembre avec une énergie comparable.

Les autres météorites « lunaires » observées par les mêmes astronomes ne sont pas liées à des essais bien déterminés. Ce sont des météorites « sporadiques ». Elles sont probablement issues également de comètes mais dispersées dans l'espace depuis très longtemps. Une étude statistique

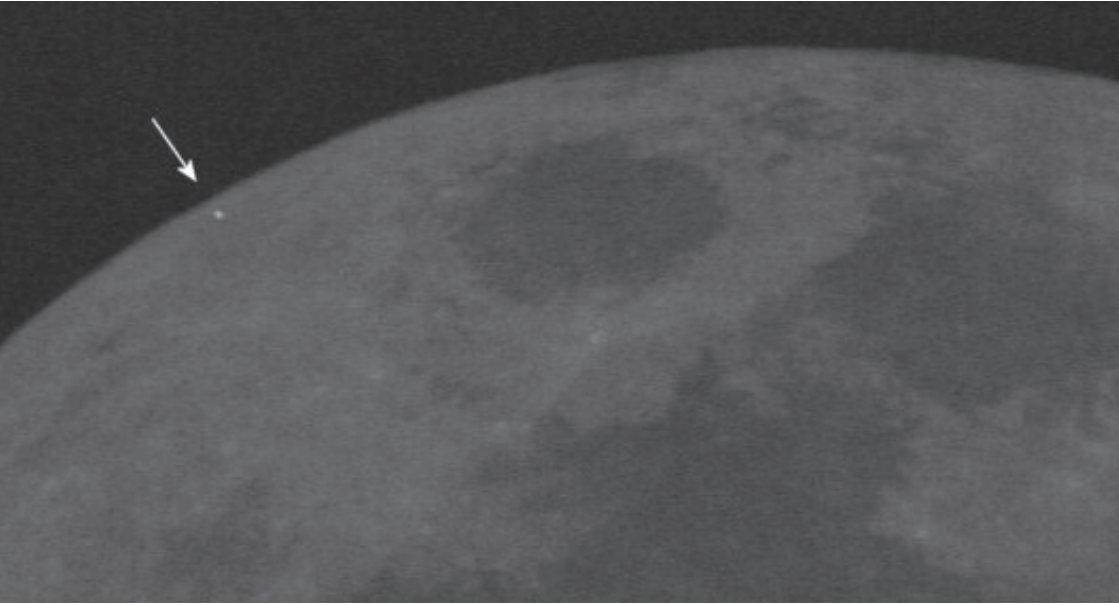


Image du flash de huitième magnitude résultant d'un impact près du cratère Gauss. La brièveté des phénomènes les rend quasi invisibles à l'œil. (© NASA)

conclut qu'on peut voir l'éclair d'une météorite sporadique toutes les quatre heures, ce qui est quatre fois plus que les taux déduits de l'observation des météorites dans l'atmosphère terrestre.

Ces constatations sont inquiétantes pour de futurs astronautes qui voudraient s'aventurer en balade aux environs de bases lunaires, et pour les bases elles-mêmes.

Matière organique primitive dans des météorites

En étudiant une météorite carbonée – la météorite dite du Lac Tagish - des chercheurs de la NASA ont trouvé de la matière organique formée aux confins du système solaire.

La matière organique renfermée dans les météorites est l'objet de toutes les attentions de la part des astronomes car elle a dû se former à l'aube du système solaire et a probablement

contribué à ensemençer la Terre avec les composants élémentaires de la vie. La météorite du Lac Tagish est particulièrement intéressante par sa fraîcheur. Elle a été récupérée immédiatement après sa chute au Canada en l'an 2000 et a été maintenue à basse température depuis, de sorte qu'elle est très peu contaminée par l'environnement terrestre. Les scientifiques y ont trouvé de nombreux globules organiques creux de taille inférieure au micron. Des structures similaires avaient été observées dans plusieurs météorites dès les années soixante. Certains scientifiques en faisaient des organismes venus de l'espace mais d'autres y voyaient une simple contamination d'origine terrestre. Jusqu'à présent, l'origine de ces globules était restée mystérieuse car leurs petites dimensions en interdisaient une étude détaillée.

En 2005 deux nouveaux instruments de nano-technologie de grande puissance ont été installés au Centre Spatial Johnson de la NASA. Les globules ont été trouvés en étudiant des tranches ultra minces de la météorite du Lac Tagish avec un microscope électronique à transmission, ce qui a permis également d'en déterminer la structure et la composition



*La plus grosse des pierres du Lac Tagish Lake, avec un poids initial de 159 grammes. On l'a cassée pour en exposer la texture. Le côté droit montre la croûte de fusion formée lors de l'entrée dans l'atmosphère. Le cube d'un centimètre donne l'échelle.
(© NASA/M. Zolensky)*

chimique. Ils ont alors été examinés avec un nouveau spectromètre de masse, le « Cameca NanoSIMS » dans le but d'obtenir les abondances isotopiques. Cet appareil est le premier du genre capable d'effectuer ces mesures sur d'aussi minuscules objets. Les globules de cette météorite ont montré des compositions isotopiques très anormales pour l'hydrogène et l'azote, prouvant ainsi une origine extraterrestre et par la même occasion l'absence de contamination locale. Les abondances isotopiques des globules montrent qu'ils

se sont formés à une température de l'ordre de -260°C , c'est-à-dire très proche du zéro absolu. Leur origine doit donc se trouver dans

La récolte de fragments de météorites se fait à la tronçonneuse dans la glace.



le nuage moléculaire froid qui a donné naissance au système solaire ou, pour le moins, aux confins du système solaire primitif. Les météorites dans lesquelles se trouvent de tels globules sont d'un type très fragile et se brisent généralement en petits morceaux en abordant notre atmosphère, dispersant ainsi les composants organiques à la surface de la Terre. Il est logique de penser que ce phénomène s'est déroulé tout au long de l'histoire de notre planète, et que celle-ci était littéralement ensemencée avec ces matériaux organiques au moment même où la vie prenait son essor. L'origine de la vie est l'un des problèmes fondamentaux non encore résolus des sciences naturelles. Certains biologistes pensent que la fabrication de structure en forme de bulle est la première étape du long chemin menant à la vie. Les globules du Lac Tagish nous ont peut-être rapprochés de cette compréhension.

L'eau sur Mars

Des images de la NASA ont révélé de nouveaux dépôts brillants dans deux ravines à la surface de Mars. Les sites concernés se trouvent dans des cratères de Terra Sirenum et Centauri Montes dans les régions australes.

Les scientifiques pensent que ces sédiments ont été déposés par des écoulements d'eau ayant eu lieu il y a moins de sept ans. Ces observations constituent la preuve la plus convaincante que de l'eau liquide peut encore couler sur Mars de nos jours.

On sait qu'il existe de l'eau à l'état de vapeur ainsi que sous forme de glace sur

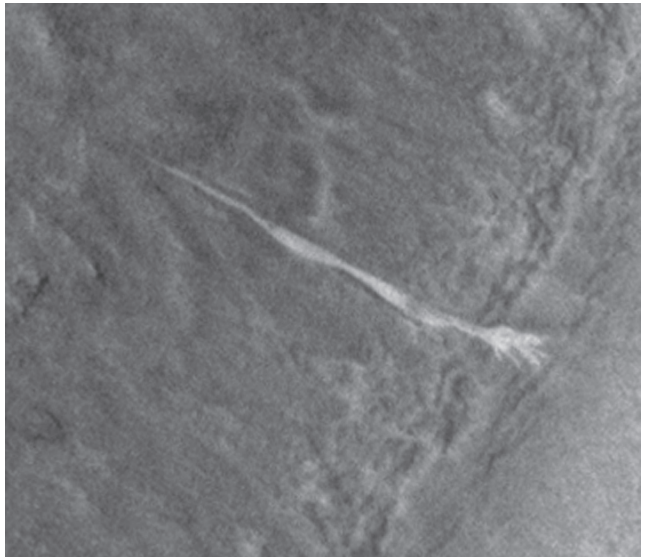
Mars. Mais c'est l'eau liquide qui paraît indispensable à la vie et c'est avec le plus grand intérêt qu'a été accueillie la nouvelle découverte.

Les dépôts en question ont été observés en 2004 et 2005 par la caméra du Mars Global Surveyor de la NASA. Leur forme évoque des matériaux emportés par de l'eau, contournant des obstacles et s'étalant en bifurcations successives.

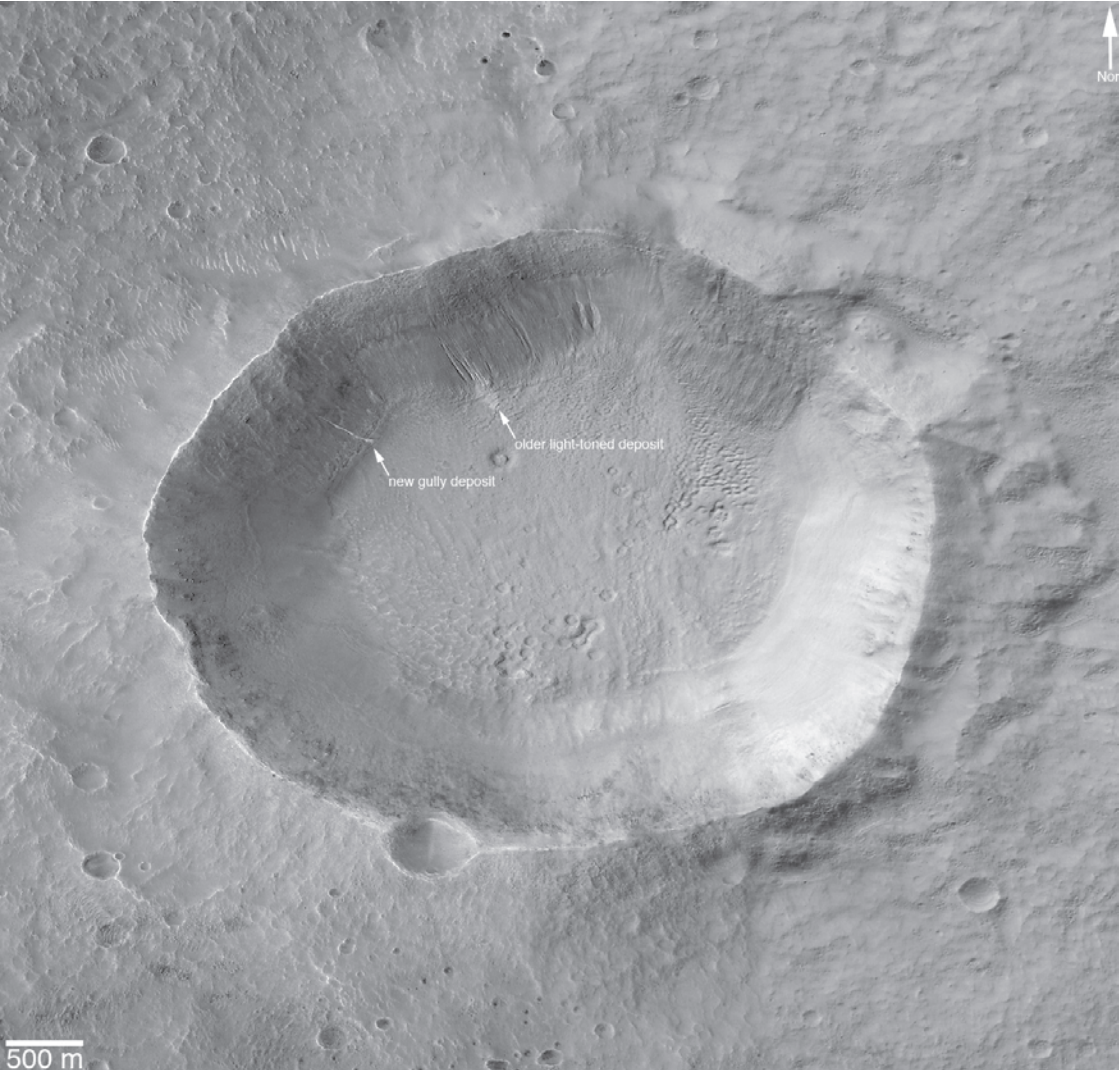
L'atmosphère de Mars est si ténue et la température si basse que l'eau ne peut subsister longtemps à l'état liquide. Elle gèle ou s'évapore rapidement. Cependant, de l'eau qui jaillirait d'une source aurait assez d'élan pour emporter des débris sur quelques centaines de mètres avant de geler.

La couleur blanchâtre des dépôts serait due au givre ou à la glace elle-même, mais il ne faut pas écarter l'idée qu'il pourrait s'agir de sels qui auraient été fortement concentrés dans l'eau.

Si les dépôts n'avaient pas été provoqués par de l'eau, mais par des éboulements de matériaux secs, ils auraient probablement été sombres. C'est en effet l'aspect des poussières soulevées par les roues des rovers, par les « dust devils » ou encore par les impacts ayant formés les cratères récents.



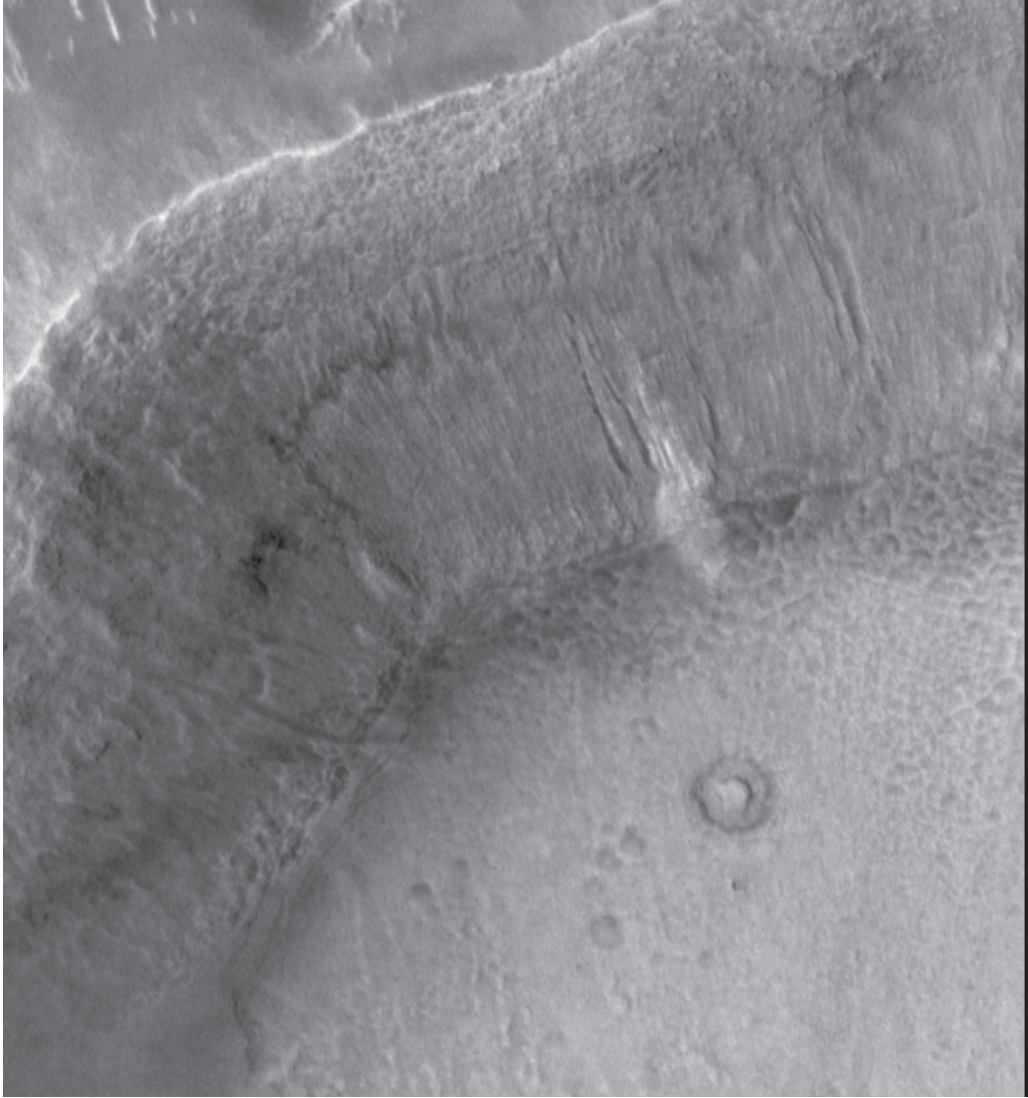
Agrandissement d'une image d'août 2005, montrant en détail un nouvel écoulement. Les nouveaux dépôts recouvrent la totalité du chenal depuis sa source jusqu'au fond du cratère. A cet endroit le flot s'est divisé en patte d'oie (© NASA).



Au total, c'est par dizaines de milliers que l'on compte les ravines découvertes par Mars Global Surveyor sur les flancs de cratères et d'autres dépressions. La plupart sont situées à des latitudes d'au moins trente degrés. Afin de déceler d'éventuels changements, des centaines de ces sites ont été photographiés à de nombreuses reprises. Les premières modifications avaient été relevées dès 2002, sous la

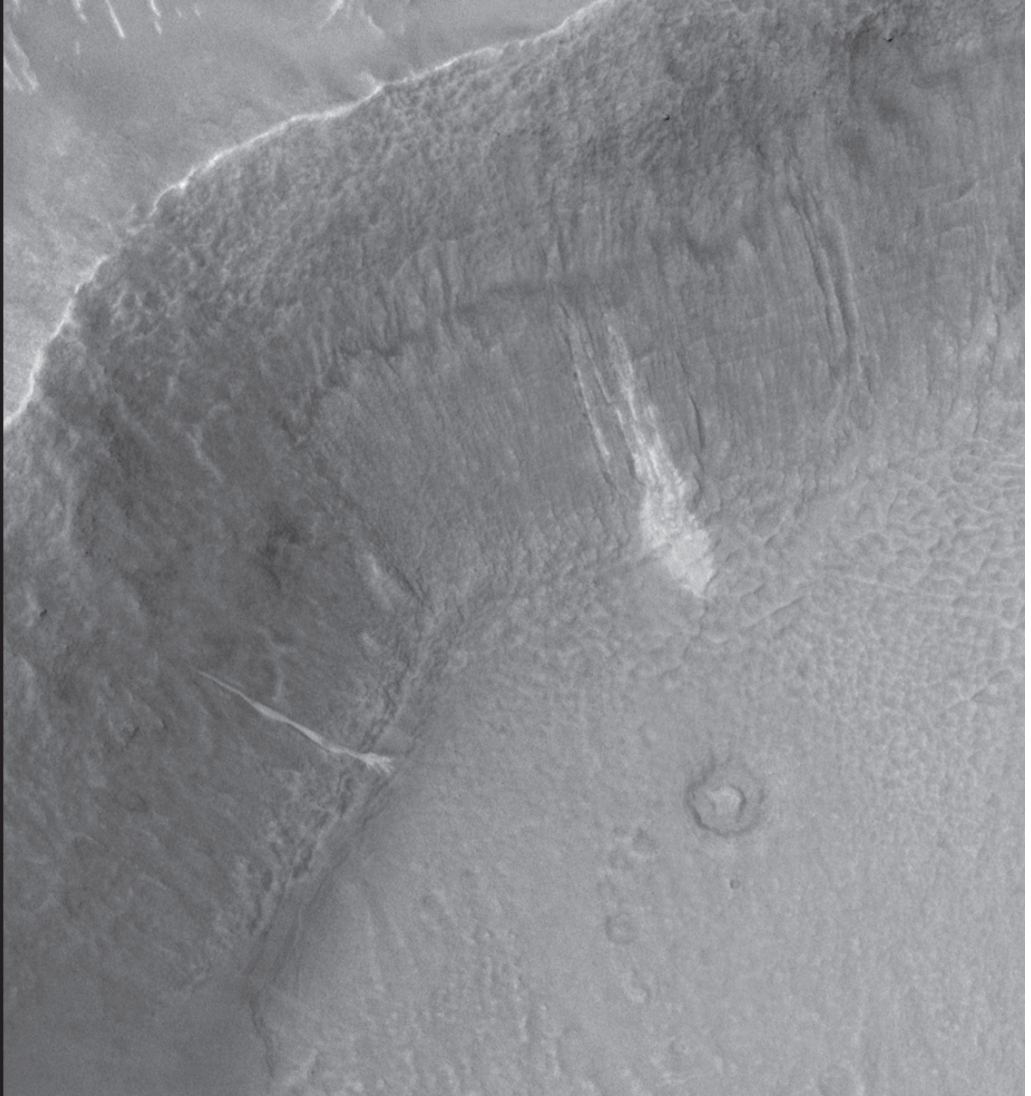
Mosaïque d'images obtenues en 2005 et 2006 et couvrant le cratère entier dans Terra Sirenum. (© NASA)

forme d'un écoulement sur les pentes d'une dune de sable. L'interprétation avait été tout naturellement un glissement de sable. Les nouvelles observations sont les premières à révéler des dépôts dus à des liquides.



Cette découverte, qui implique l'existence d'eau liquide souterraine, pose plusieurs problèmes. Comment cette eau peut-elle éviter de geler ou de s'évaporer? Y en a-t-il en de nombreux endroits? Constitue-t-elle un milieu propice à la vie. Des missions futures devraient apporter des réponses à toutes ces questions. D'autres modifications ont eu lieu à la surface

de Mars et ont été recensées par Mars Global Surveyor. Ainsi les images obtenues par la caméra du satellite ont permis d'estimer le rythme de formation de cratères d'impact. Environ 98 pour cent de la surface de Mars avaient été photographiés dès 1999. En 2006, 30 pour cent de cette surface avaient été observés une seconde fois. La comparaison des images a permis de



découvrir 20 nouveaux cratères d'un diamètre de 2 à 150 m qui n'existaient pas 7 ans plus tôt. Ce résultat permettra de préciser l'âge des terrains martiens.

Le satellite semble malheureusement avoir rendu l'âme, après une fructueuse carrière, beaucoup plus longue que ne l'avaient espéré ses concepteurs.

*Ces images prises en 2001 (à gauche) et 2005 montrent les changements intervenus sur un site d'écoulement. L'illumination est la même dans les deux cas (direction du Soleil en haut à gauche).
(© NASA)*

Monts titaniens

En conjuguant observations radar et infrarouges de Titan obtenues par Cassini, les scientifiques de la NASA ont mis en évidence un volcan et une chaîne de montagnes. D'origine tectonique, comme sur Terre, ces montagnes sont recouvertes de différentes couches de matières organiques.

Sous-sol martien

Le radar de la sonde Mars Express de l'ESA révèle les structures très vieilles enfouies sous la surface de la planète rouge et montre que la dichotomie entre les hémisphères austral et boréal est très ancienne.

Les observations réalisées par MARSIS, premier radar de sondage souterrain utilisé pour l'exploration d'une planète, semblent bien indiquer que d'anciens cratères d'impact se cachent sous les basses et paisibles plaines de l'hémisphère nord de Mars. La technique appliquée utilise les échos renvoyés par des ondes radio ayant pénétré à l'intérieur du sous-sol martien.

Ces nouvelles découvertes permettent aux planétologues de mieux comprendre l'un des mystères les plus difficiles à percer au sujet de l'évolution et de l'histoire géologiques de Mars. Contrairement à la Terre, il existe sur Mars une différence frappante entre l'hémisphère nord et l'hémisphère sud. Ainsi, l'hémisphère austral est presque entièrement recouvert de hauts reliefs accidentés et percés de nombreux cratères, tandis que la plus grande partie de l'hémisphère boréal est composée de terrains plus réguliers et moins élevés.

Extinction KT

Les dinosaures ainsi qu'une importante partie des autres animaux ont été exterminés il y a 65 millions d'années. Beaucoup de spécialistes pensent que l'unique responsable du massacre est un astéroïde qui s'est abattu dans la péninsule du Yucatan alors que certains envi-

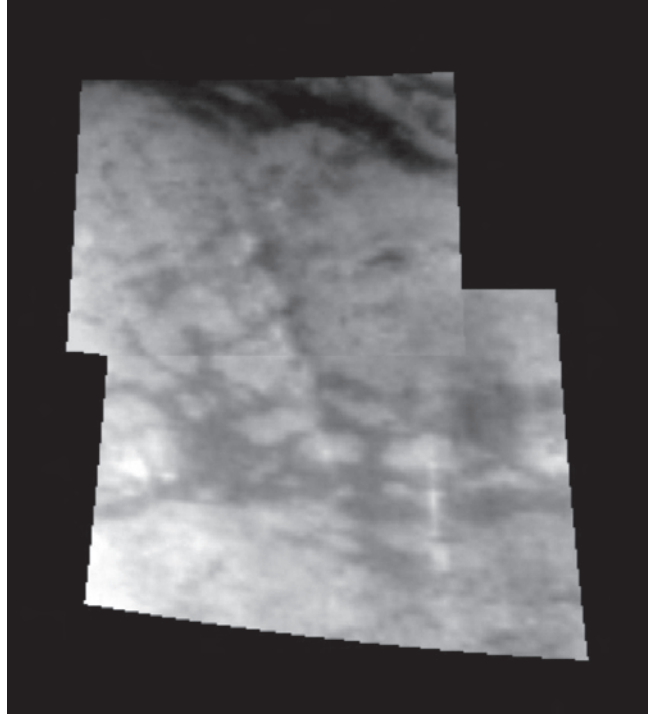
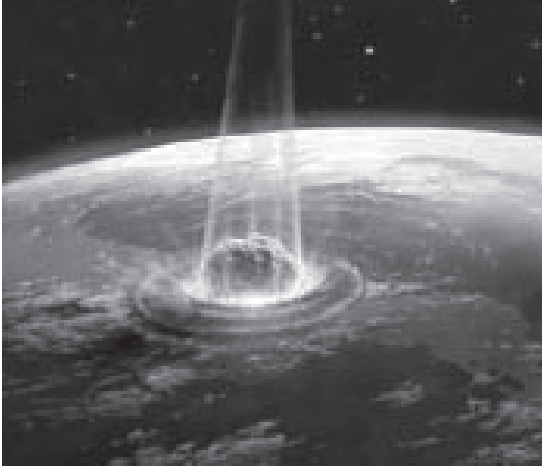


Image de Titan prise d'une altitude de 12 000 km. On y voit un massif montagneux de 150 sur 30 km. Les sommets atteignent environ 1 500m d'altitude.

(© NASA/JPL/University of Arizona)

sagent une large combinaison de phénomènes dont cet astéroïde, d'autres impacts météoritiques, des phénomènes volcaniques, etc., le tout s'étalant sur plusieurs centaines de milliers d'années. Une nouvelle étude fait pencher la balance en faveur de la cause unique, l'astéroïde. Pour en arriver là, des scientifiques ont étudié des sédiments dans l'océan atlantique à 4 500 km du site du Yucatan afin d'analyser les couches datant de l'époque correspondant aux extinctions. Jusqu'à présent des régions plus proches du Yucatan avaient été étudiées mais leur analyse est compliquée par le fait que des phénomènes violents accompagnant l'impact (tsunamis, séismes, glissements de terrain, etc.)



Vue d'artiste de l'impact qui sonna le glas des dinosaures

ont considérablement perturbé les sédiments. Des zones plus éloignées avaient aussi été étudiées, mais là, on est confronté à la rareté des retombées à de grandes distances.

Le site intermédiaire dans l'Atlantique ne souffre pas de ces problèmes. Les couches sont intactes et contiennent beaucoup de traces de événements relatifs aux extinctions. Les scientifiques y ont trouvé une couche uniforme composée des retombées d'un seul impact coïncidant avec la disparition du plancton et des dinosaures. Aucune trace d'autres impacts à une époque voisine n'a pu être mise en évidence.

La chute de l'astéroïde au Yucatan a dû produire de formidables

Dans certaines régions, comme ici dans l'Alberta, l'érosion a exposé la couche de transition K-T.



tsunamis et de violents tremblements de terre. Des incendies d'une ampleur inimaginable se sont développés, des pluies acides ont arrosé la surface de la Terre. Les poussières projetées dans l'atmosphère ont bloqué la lumière solaire pendant de longs mois, provoquant la mort de nombreuses plantes et privant les animaux de nourriture. Les extinctions marquant la frontière entre crétacé (K) et tertiaire (T) auraient donc été très rapides à l'échelle géologique.

Stardust : les premiers résultats scientifiques

Basé sur un communiqué CNRS

Les résultats de la mission spatiale Stardust de la NASA soulignent l'importance du brassage qui a eu lieu dans le disque protoplanétaire, soulevant ainsi de nouveaux problèmes pour les théories de formation du système solaire.

A l'issue d'une mission de sept ans à travers notre système solaire Stardust a rapporté sur Terre des échantillons de poussières de la comète Wild 2 ainsi que des échantillons de poussières interstellaires. Lors du survol de Wild 2, le 2 janvier 2004, à une vitesse de 6,1 km/s, la sonde avait capturé et piégé des poussières de la coma de la comète grâce à l'utilisation d'un « aérogel ». La capsule contenant ce butin a atterri le 15 janvier 2006 dans le désert de l'Utah et les scientifiques ont pu effectuer les analyses préliminaires.

L'inventaire de la récolte de grains cométaires a été le premier travail mené au laboratoire de conservation d'échantillons planétaires situé au centre spatial Johnson à Houston. En première analyse, plus de mille grains d'une taille supérieure à 5 microns ont été récoltés dans l'aérogel. Le recensement des grains continue.

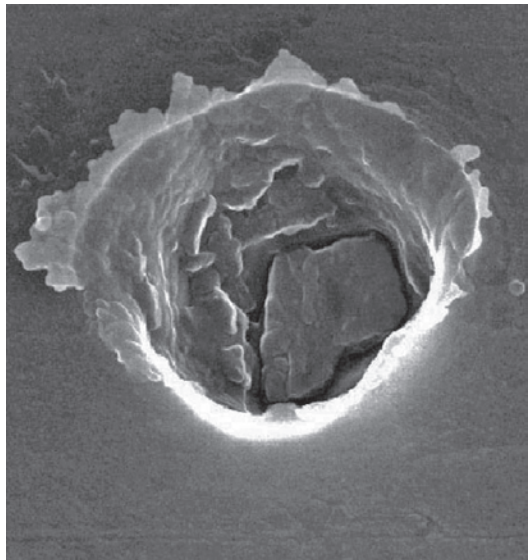
Sur le collecteur, l'aérogel se présente sous forme de petits parallélogrammes de quelques centimètres de côté et épais de 1 ou de 3 centimètres. Ces petits blocs sont assemblés dans les mailles d'une « grille » d'aluminium qui donne à l'ensemble l'air d'une raquette de ten-

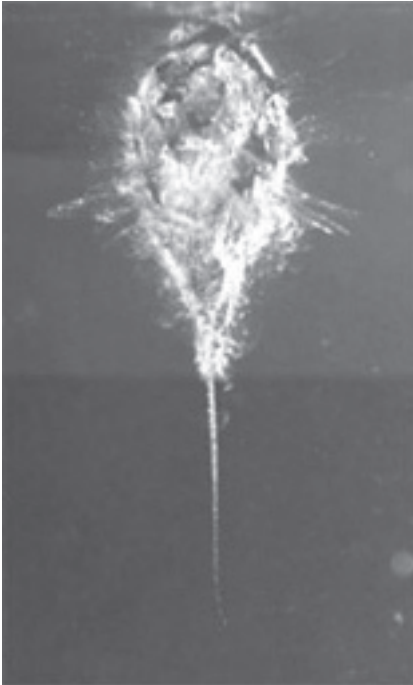
nis. L'aérogel a été examiné au microscope et les parties comportant la trace d'un grain ont été découpées, identifiées et certaines distribuées aux différents laboratoires. Des parties de l'armature d'aluminium ont aussi été mises à la disposition des scientifiques.

Quand un grain de poussière animé d'une vitesse supérieure à 6 km/s heurte l'armature, il creuse un petit cratère dont le diamètre est proportionnel à la taille du grain. L'analyse de ces cratères montre une prédominance importante de grains d'une taille inférieure à 3 microns. Parfois les cratères sont regroupés en amas. Les scientifiques ont aussi noté la persistance au fond de ces cratères de quelques résidus minéralogiques intéressants. Ces données sont pour l'instant les seules disponibles sur la fraction des grains les plus petits en taille mais les plus abondants en nombre.

Deux gros grains, piégés dans l'aérogel, ont été analysés par spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier et spectroscopie Raman. Ces études servent à différencier le carbone minéral du carbone organique. Elles

Cratère observé sur une feuille d'aluminium en microscopie électronique à balayage.
(© NASA CNES CNRS/INSU)





Trace laissée dans l'aérogel par l'impact d'un grain cométaire.

© NASA CNES CNRS/INSU

contribuent également à détecter les grandes familles de molécules organiques (linéaires, cycliques, ramifiées, ...). La longueur moyenne des chaînes de carbone organiques a été évaluée en mesurant le rapport entre les carbones portant deux atomes d'hydrogène et ceux en portant trois (CH_2/CH_3). Ces résultats préliminaires montrent une composition proche des poussières interplanétaires et confirment la nature primitive de la matière organique de la comète. Toutefois, au cours de ces travaux de spectroscopie, quelques contaminants issus de l'aérogel ont été détectés et leur présence devra être prise en compte lors des études ultérieures.

Les études minéralogiques des grains par microscopie électronique en transmission démontrent qu'une partie de ceux-ci ont été endommagés par l'échauffement durant la capture dans l'aérogel. Les grains intacts sont

constitués de minéraux bien cristallisés composés de silicates (olivine, pyroxène), de spinelles d'aluminium et de sulfures. Leurs microstructures montrent qu'ils ont été portés à haute température. Cette analyse minéralogique suggère un important mélange de la matière primitive dans le disque d'accrétion protoplanétaire, entraînant des échanges entre les zones internes et les zones les plus externes du système solaire en formation.

Les analyses chimiques révèlent que la comète est un assemblage de grains très hétérogènes. La comparaison des teneurs en oxygène et en hydrogène (degrés redox) le long de la trace laissée dans l'aérogel ainsi que la minéralogie montrent une altération progressive des grains lors de leur capture. Afin de déterminer la composition isotopique en carbone et en azote des grains, des fragments sub-micrométriques ont été prélevés dans la zone de leur entrée dans l'aérogel. L'analyse montre essentiellement des compositions isotopiques « solaires », identiques à celles des météorites carbonées, avec quelques rares constituants volatils rappelant le milieu interstellaire. La composition isotopique en oxygène des grains de la comète Wild 2 est similaire à celle observée dans les chondrites carbonées. Cependant, la part de la contamination des grains par l'oxygène de l'air ambiant et de l'aérogel reste à établir avec précision.

L'analyse des fragments de l'aérogel comportant des traces d'entrée de particules cométaires, révèle la présence d'hélium et de néon avec une composition isotopique intermédiaire entre les compositions terrestre et solaire. Ces premières études des gaz rares d'origine cométaire démontrent que des éléments volatils ont survécu à la capture des grains de Wild 2.

Les études montrent d'une part que la matière solide de Wild 2 a été formée dans notre système solaire et n'est pas de la matière interstellaire primitive et d'autre part que ces poussières cométaires contiennent des minéraux formés très près du Soleil. La formation de la comète Wild ayant eu lieu loin du Soleil, au-delà de Neptune dans la ceinture de Kuiper, cela implique un important brassage entre les

zones internes et externes du disque proto-planétaire.

Les quelques comètes étudiées jusqu'à présent in situ montrent de grandes différences. Ainsi la matière de Wild 2 semble ne pas avoir interagi avec l'eau au contraire de Tempel 1, cible de Deep Impact.

Obésité stellaire

Le télescope Hubble est un excellent remède pour faire perdre du poids aux étoiles massives. Pismis 24-1, mieux connue comme HD319718, vient ainsi de passer de deux cents à une centaine de masses solaires - en se dédoublant. Cela fait le bonheur des théoriciens qui voyaient d'un mauvais œil des astres aussi massifs.

Pismis 24 est un petit amas ouvert situé au cœur de la grande nébuleuse d'émission NGC 6357 dans le Sagittaire (Sagittarius), à environ 8 000 années-lumière de la Terre. Certaines des étoiles de l'amas sont extrêmement massives et émettent un rayonnement

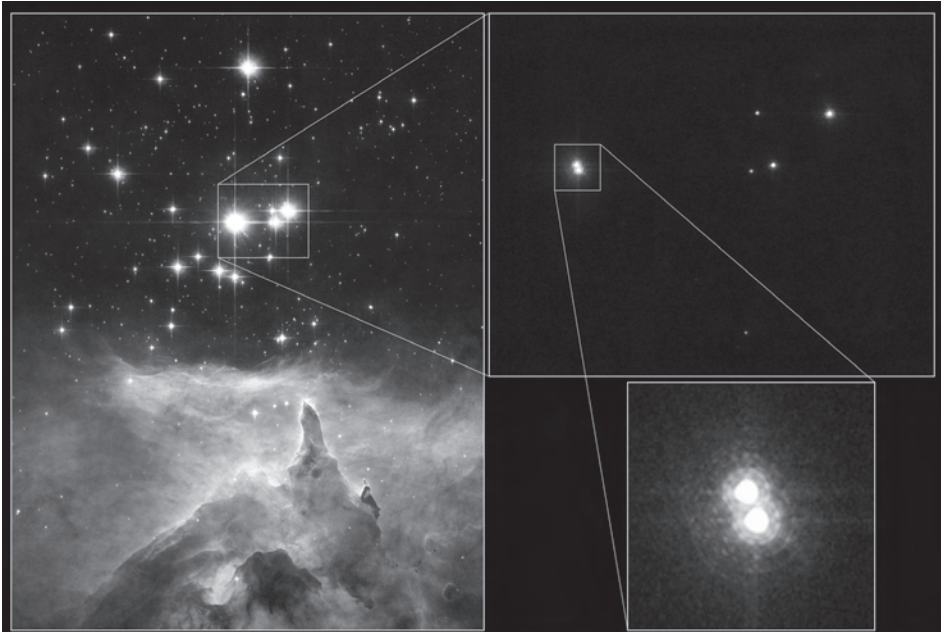
ultraviolet intense. On estimait jusqu'ici que l'objet le plus brillant, Pismis 24-1, pesait au bas mot deux cents fois autant que notre Soleil. Ceci en aurait fait, et de loin, l'étoile la plus massive de la Galaxie. Mais cela la plaçait bien au-delà de la limite admise d'environ 150 masses solaires pour une étoile isolée.

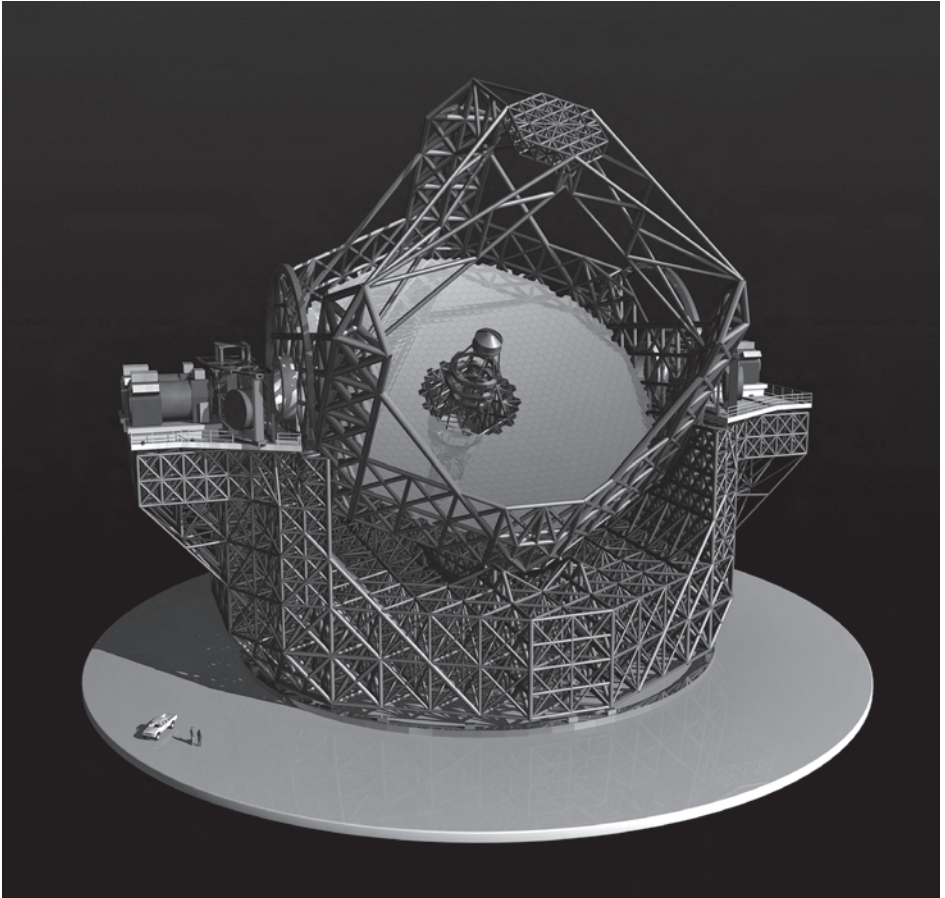
Le télescope spatial Hubble a résolu le problème en montrant qu'il s'agit en réalité de deux étoiles orbitant l'une autour de l'autre et ayant probablement chacune une masse d'environ 100 masses solaires.

Télescope géant

Les projets de télescopes monstrueux s'affinent aussi. Le futur télescope géant de l'ESO est maintenant sur les rails avec un diamètre de 42m. Les concepts initiaux visaient l'hectomètre puis ont progressivement diminué pour des raisons de complexité et de coût. Des projets concurrents, plus modestes, avancent à grands pas et auraient vu le jour bien avant le projet européen si celui-ci était resté aussi ambitieux. Citons le télescope de 30 m (TMT), collaboration entre des instituts américains et canadiens, et le GMT américain qui unira dans

Pismis 24 vue par le HST
(© NASA/ESA)





Vue d'artiste du futur télescope géant européen. (© ESO)

une même armature 7 miroirs de 8 m40, ce qui équivaldra à un télescope de plus de 20 m.

Le Conseil de l'ESO a donc donné son aval pour entamer l'étude détaillée du European Extremely Large Telescope (E-ELT). La construction pourrait commencer dans trois ans. La conception de ce télescope optique/infrarouge est originale et développée spécifiquement pour un télescope de cette taille.

Le miroir primaire de 42 mètres de diamètre sera constitué de 906 segments hexagonaux de 1,45 mètres chacun. Le miroir secondaire aura 6 mètres de diamètre. Afin de vaincre les

effets néfastes de la turbulence atmosphérique le télescope sera équipé d'un système d'optique adaptative. Un miroir de 4,2 mètres de diamètre relaie la lumière vers ce système qui est lui-même composé de deux miroirs, l'un de 2,5 mètres dont la forme est modifiée en permanence par plus de 5 000 actionneurs capables d'agir mille fois par seconde, et l'autre de 2,7 mètres de diamètre apportant les corrections finales. On obtiendra ainsi des images d'une qualité exceptionnelle exemptes d'aberration sur tout le champ.

Le site qui accueillera l'E-ELT ne sera pas choisi avant 2008, et la première lumière pourrait être pour 2018.

Les télescopes géants font partie des priorités actuelles de l'astronomie. Ils permettront d'énormes avancées dans les connaissances en astrophysique en étudiant des sujets tels que les exoplanètes, les premiers objets de l'univers, les trous noirs super-massifs, la matière

et l'énergie sombre. Avec un diamètre de 42 m et son concept d'optique adaptative, l'E-ELT sera plus de cent fois plus sensible que les plus grands télescopes optiques actuels, tels que les télescopes Keck de 10 m ou les télescopes VLT de 8,2 m.

RÉJOUISCENCES à l'ULg

Depuis plusieurs années, une cellule de « Diffusion des sciences » est active au sein de la Faculté des Sciences de l'ULg. Elle publie notamment une **brochure annuelle** reprenant les activités scientifiques et culturelles : ainsi une page est consacrée à l'IAGL et une autre à la SAL, sans oublier une description du circuit des planètes dans le domaine du Sart-Tilman.

Pour obtenir cette brochure, ainsi que d'autres documents publiés par ce service, on peut s'adresser à :

Réjouissances, Institut de Zoologie, quai van Beneden 22, Bâtiment I1, à 4020 Liège.

Tél. 04 366 96 96

Si vous avez accès à internet, visitez le site www.ulg.ac.be/sciences ; vous y trouverez un formulaire à remplir en ligne, ou envoyez un email à sciences@ulg.ac.be en précisant vos intérêts.

Dernière publication en date : le **calendrier 2007**, centré sur l'« Embarcadère du Savoir », et reprenant mois par mois des descriptions des différents acteurs de ce nouvel ensemble muséal regroupant la Maison de la Science, la Maison de la Métallurgie et l'Aquarium, en attendant... le futur et tant espéré grand planétarium de Liège !

Le calendrier peut être commandé au prix de 5 €, à l'adresse ci-dessus, et sera disponible lors de nos activités de janvier à la table d'accueil.

En exclusivité à Liège

»» GALERIE OPÉRA ««

DÉPARTEMENT INSTRUMENTS D'OPTIQUE

Télescopes terrestres et astronomiques,
loupes, microscopes, ...

Optique
Buisseret

Maîtres-opticiens depuis plus de 150 ans

Varilux Center Liège

10 rue des Clarisses - tél.04 223 29 15
Galerie Opéra Liège - tél.04 223 77 06

Varilux Center Marche

2 rue de Luxembourg
tél.084 32 19 48

