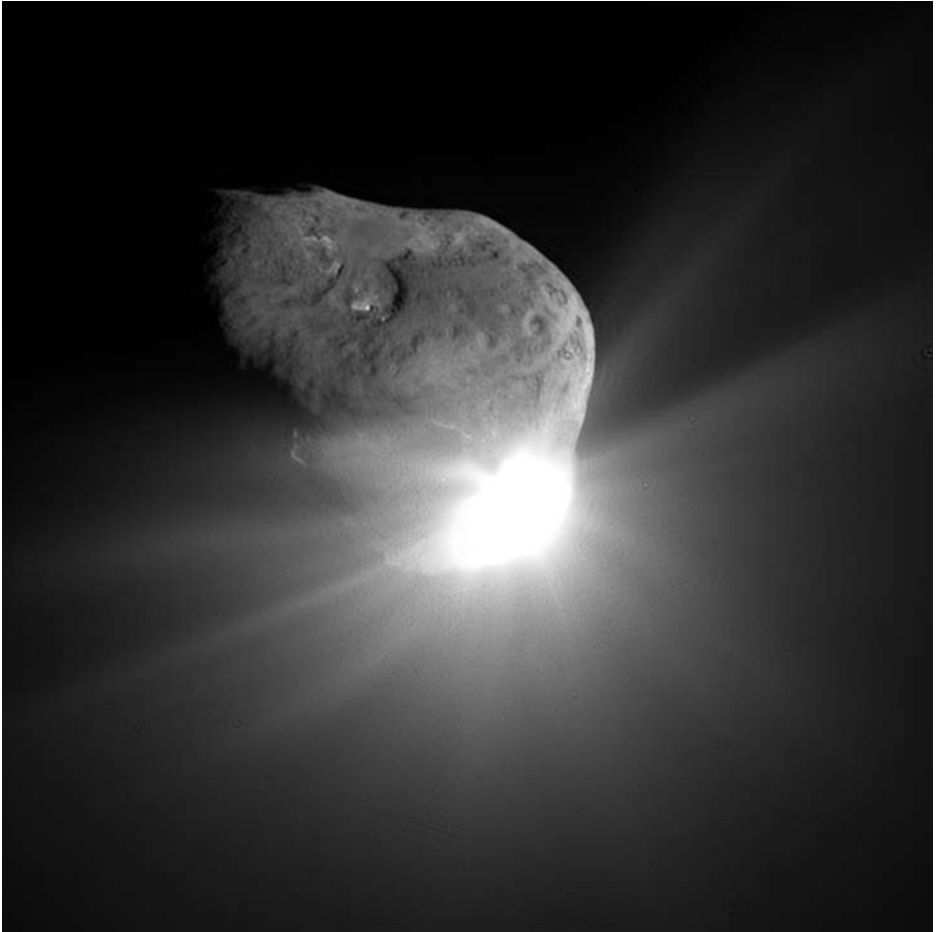

L'astronomie dans le monde

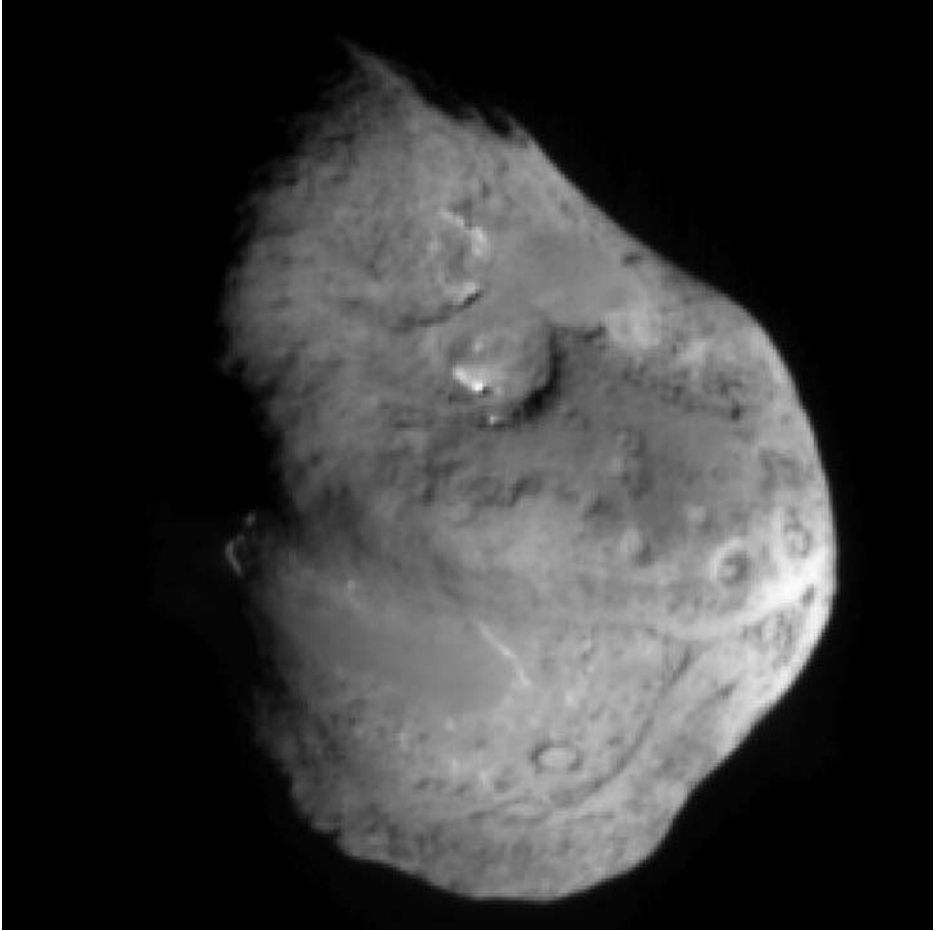


Deep Impact

Comme prévu, la sonde de la NASA a atteint son objectif en envoyant un « impacteur » heurter la malheureuse comète Tempel-1 le 4 juillet. Il faut naturellement relativiser l'événement. L'impacteur de 370 kilos n'a pas eu plus d'effet sur les centaines de milliards de tonnes de la comète qu'un moustique s'écrasant sur un avion. Mais l'objectif était de voir le résultat de

*La comète Tempel 1 vue par la sonde mère, 67 secondes après l'impact
(© NASA/JPL-Caltech/UMD)*

l'égratignure, le petit cratère créé par l'impact, et d'étudier le matériel projeté dans l'espace. Cette matière, abritée sous la surface depuis l'origine du système solaire, est peut-être ce que l'on peut trouver de plus primordial et de plus représentatif de nos origines.



La comète Tempel 1 vue par l'impacteur 5 minutes avant le contact qui eut lieu entre les deux petits cratères du bas. On distingue deux zones grises, sans aucun relief, qui sont certainement très jeunes
(© NASA/JPL-Caltech/UMD)

On n'a pas vu d'images claires de ce cratère, la poussière ayant tout voilé. On ne connaît donc pas ses dimensions. Par contre on a pu analyser les poussières éjectées qui ressemblent apparemment plus à du talc qu'à du sable.

De nombreux observatoires ont suivi

l'événement et ses conséquences dans tous les domaines du rayonnement électromagnétique, depuis les ondes radio jusqu'aux rayons X (XMM-Newton, Chandra, HST, Swift, Rosetta, VLT, Gemini, Subaru, etc.). Il reste maintenant à dépouiller tous ces résultats pour en tirer une vue cohérente.

Dix-sept jours après l'impact, la sonde a exécuté une correction de trajectoire qui l'amènera à survoler notre planète le 31 décembre 2007. Cette manœuvre préserve les chances d'envoyer la sonde vers un autre objectif, sans doute une autre comète.

Mars

La sonde européenne Mars Express a photographié un cratère non loin du pôle nord de Mars, cratère qui a la particularité de contenir un lac gelé.

L'image ci-dessous a été obtenue avec la caméra stéréo à haute résolution HRSC et permet de distinguer des détails d'une quinzaine de mètres.

Situé à une latitude de 70 degrés dans Vastitas Borealis, ce cratère d'impact anonyme mesure 35 kilomètres de diamètre et a une profondeur de deux kilomètres.

La nappe de glace ne peut être constituée de dioxyde de carbone car celui-ci est déjà retourné dans l'atmosphère à la saison où cette image est prise (fin de l'été). Par contre la glace d'eau reste toute l'année dans des conditions

de température et de pression où elle ne peut se sublimer.

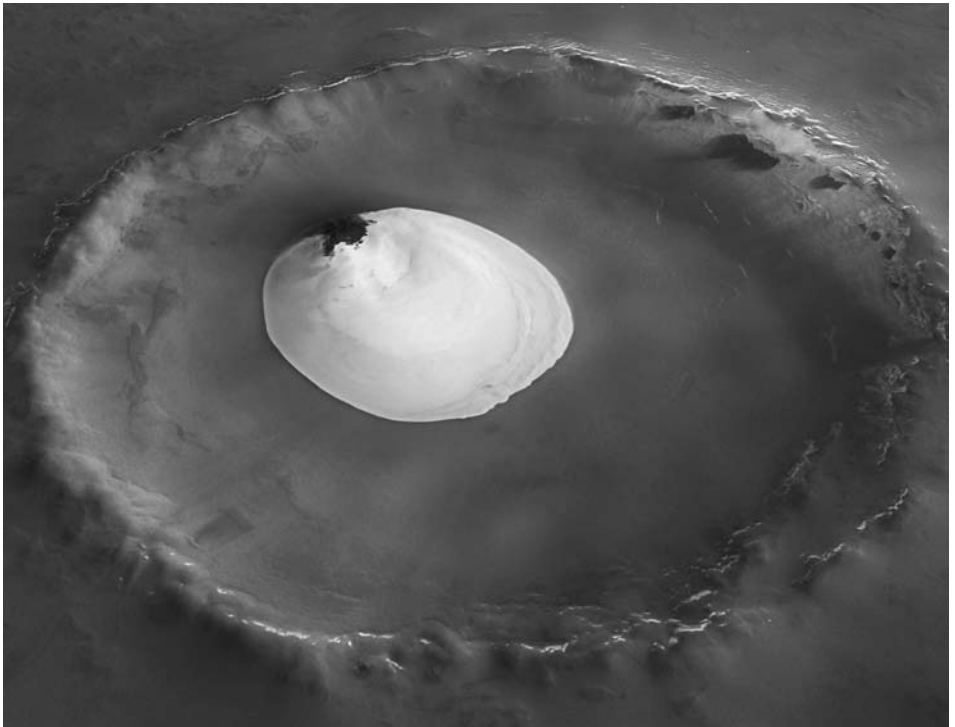
Outre le lac de glace on peut distinguer des traces de glace sur les bords du cratère.

La présence d'un lac fossile n'est cependant pas le signe d'une planète gorgée d'eau liquide pendant de longues périodes.

Il semble en effet que la planète Mars n'a pas connu d'épisode chaud au cours des quatre derniers milliards d'années. Ce fait a pu être établi par l'étude de l'argon présent dans les météorites martiennes. Ceci réduit considérablement les chances de trouver des signes de vie ancienne sur la planète rouge.

Il reste évidemment la possibilité que l'eau soit restée à l'état liquide dans quelques poches géothermiques isolées.

*Un lac gelé au centre d'un cratère
martien anonyme
(© ESA/DLR/FU Berlin)*





Le cratère Nicholson
(© ESA/DLR/FU Berlin)

Le cratère Nicholson

Autre formation remarquable observée par Mars Express, le cratère Nicholson, de cent kilomètres de diamètre, exhibe une énorme montagne en son centre. Il est clair qu'il ne s'agit pas que du piton central habituel. D'autres processus ont dû intervenir pour composer cet imposant relief.

Les vues présentées ici de ces deux cratères sont établies en perspective par ordinateur.

MARSIS

Communiqué ESA

Après de très longues hésitations, le radar MARSIS à bord de la sonde européenne Mars Express a finalement été déployé. L'instrument

a pour principaux objectifs de caractériser les différentes couches de sédiments du sous-sol martien, de détecter la présence éventuelle de glace ou d'eau souterraine, de réaliser une cartographie altimétrique à grande échelle et de fournir des données sur l'ionosphère martienne.

Pour explorer le sous-sol de la planète, l'instrument MARSIS doit se trouver à une altitude comprise entre 300 et 800 kilomètres. Pour le sondage de l'ionosphère, en revanche, il a déjà prouvé qu'il pouvait fournir des résultats acceptables jusqu'à 3000 kilomètres d'altitude. La résolution verticale du radar est de l'ordre de 150 mètres (dans l'espace libre), tandis que la résolution horizontale, de l'ordre de quelques kilomètres, dépend de l'altitude de la sonde.

Le radar a entrepris ses observations scientifiques le 4 juillet 2005, le jour même de la clôture de la phase initiale de sa mise en service. En raison du retard pris dans le déploie-

ment de MARSIS, il avait été décidé d'exécuter la mise en service – qui devait initialement durer quatre semaines – en deux étapes, dont l'une vient de s'achever, l'autre étant appelée à démarrer en décembre prochain. Grâce à cette décision, le radar a pu entamer sa mission scientifique plus tôt que prévu, en période de nuit martienne, seule propice au sondage de subsurface. De jour, en effet, l'ionosphère présente un « niveau d'énergie » plus important qui perturbe les signaux radio utilisés pour l'observation du sous-sol.

Depuis le démarrage de la mise en service, les deux antennes de 20 mètres envoient des signaux radio vers la surface de la planète et reçoivent des échos en retour. La phase de mise en service a confirmé que le radar marche très bien et qu'il peut fonctionner à plein régime sans perturber les systèmes en place sur la sonde.

MARSIS est un instrument très complexe, capable de fonctionner dans différentes bandes de fréquence : les fréquences basses sont optimales pour sonder le sous-sol profond, les fréquences élevées servent à scruter le sol à faible profondeur ainsi que la haute atmosphère, le registre complet des fréquences se prêtant pour sa part à l'étude de la surface.

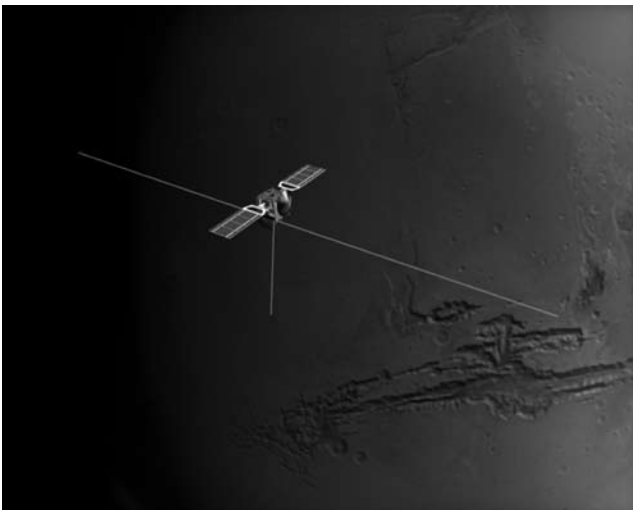
« Pendant la mise en service, nous nous sommes attachés à tester tous les modes de

transmission et à optimiser les performances du radar autour de Mars », précise le Professeur Giovanni Picardi, responsable de recherche pour l'instrument MARSIS à l'université de Rome « La Sapienza », « ce qui nous permet de recevoir, depuis le démarrage des observations scientifiques début juillet, des échos de surface très nets et une première série de données sur l'ionosphère ».

Le radar MARSIS est conçu pour fonctionner à proximité du péricentre de l'orbite, lorsque la sonde passe au plus près de la surface de la planète. A chaque orbite, le radar est activé pendant 36 minutes au voisinage de ce point. Sur la totalité de ce créneau, les cinq premières et cinq dernières minutes sont consacrées au sondage de l'ionosphère, l'essentiel du temps, soit 26 minutes, allant à l'observation de la subsurface.

A basse fréquence, MARSIS a surtout étudié les zones de plaine situées entre 30 et 70 degrés de latitude nord, et cela à toutes les longitudes. Le Professeur Picardi se dit très content du fonctionnement du radar, ajoutant que « les mesures de surface réalisées jusqu'ici correspondent presque parfaitement aux modèles topographiques existants ». Les mesures en question ont donc constitué un excellent test.

Le choix des régions de plaine pour la collecte des premières données s'explique scientifiquement par le fait que les couches de subsurface y sont en principe plus faciles à identifier, même si cette tâche est encore délicate. « Comme le radar semble fonctionner parfaitement pour la surface, nous avons de bonnes raisons de croire que les ondes radio se propagent aussi correctement dans



Vue d'artiste de Mars Express avec les trois mâts du radar MARSIS entièrement déployés
(© ESA)

le sous-sol », déclare le Professeur Picardi.

Selon le professeur, « la phase la plus importante de notre activité vient de démarrer, car nous devons nous assurer que nous pouvons identifier clairement et isoler sans problème les échos renvoyés par le sous-sol martien. Cela suppose d'analyser avec soin la totalité des données et de vérifier que les signaux semblant provenir de couches différentes du sous-sol ne sont pas, en réalité, produits par des irrégularités de surface. Ce travail continuera de nous occuper pendant plusieurs semaines ».

Un certain nombre de résultats préliminaires intéressants ont également été obtenus à la suite de l'analyse des premières mesures ionosphériques de MARSIS. Le radar est particulièrement sensible à la teneur en particules chargées de l'ionosphère (plasma). Cette teneur s'est avérée à certains moments plus importante que ce que l'on pouvait attendre. Selon Jeffrey Plaut, Responsable de recherche associé à ce projet au Jet Propulsion Laboratory de la NASA (Pasadena, Etats-Unis), « nous procédons maintenant à l'analyse des données pour savoir si ces mesures peuvent résulter d'une augmentation brutale de l'activité solaire, analogue à celle qui a été observée le 14 juillet, ou s'il faut émettre de nouvelles hypothèses. Seule une analyse plus approfondie nous le dira ».

L'envoi de signaux radar à la surface pour scruter le sous-sol martien s'est poursuivi jusqu'à la mi-août, donc quasiment jusqu'à la fin de la phase d'observation nocturne. Ensuite, priorité sera donnée à des instruments adaptés aux observations de jour, comme la caméra HRSC et le spectromètre de cartographie OMEGA. MARSIS continuera néanmoins d'explorer de jour la surface de la planète et son ionosphère. Plus de 20% de toutes les orbites de Mars Express seront réservées à ce sondage ionosphérique, quelles que soient les conditions d'éclairement solaire.

En décembre 2005, le péricentre de l'orbite de Mars Express sera de nouveau exposé à la nuit martienne. Il se sera alors rapproché du pôle Sud de la planète, ce qui permettra à MARSIS de reprendre dans des conditions optimales ses observations de nuit pour scruter le sous-sol, cette fois dans l'hémisphère Sud.

Par ailleurs, l'équipe italo-américaine de MARSIS est étroitement associée au projet de radar SHARAD, fourni par l'ASI pour être installé à bord de l'orbiteur MRO (Mars Reconnaissance Orbiter) de la NASA, qui vient d'être lancé vers la planète rouge. MARSIS et SHARAD sont conçus pour apporter des informations complémentaires sur le sous-sol martien. MARSIS est en effet capable d'explorer la subsurface jusqu'à une profondeur moyenne de cinq kilomètres tandis que SHARAD examinera en priorité des couches plus proches de la surface de la planète.

CLUSTER

Communiqué ESA

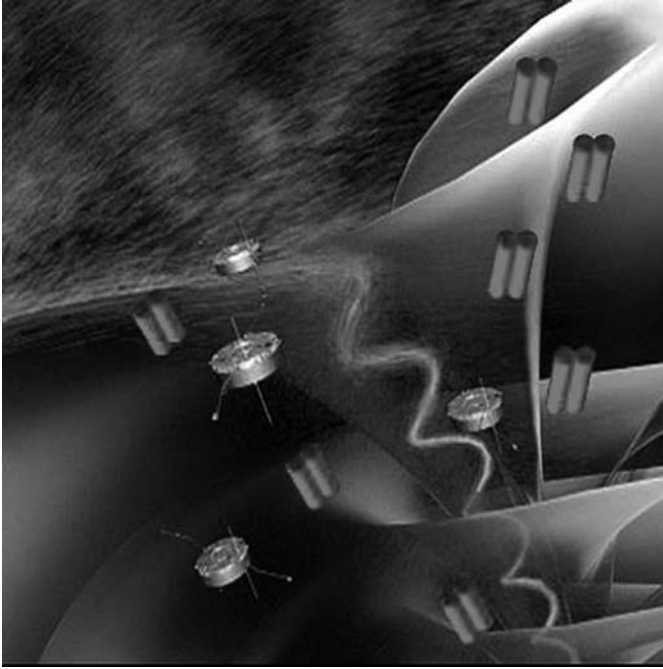
Les mesures réalisées par la mission Cluster de l'ESA ont permis à une équipe de scientifiques européens d'identifier des « microvortex » au niveau de la magnétosphère terrestre.

L'existence de turbulences en vortex à une échelle aussi réduite était prédite par des modèles mathématiques, mais n'a jamais auparavant été observée dans l'espace. Ces résultats ne sont pas seulement importants pour la physique spatiale, mais également pour d'autres domaines, tels que la recherche sur la fusion nucléaire.

Cette découverte a été réalisée le 9 mars 2002 par les quatre satellites Cluster volant en formation à 100 kilomètres les uns des autres, alors qu'ils traversaient le « cornet magnétique » nord. Les cornets magnétiques correspondent aux régions polaires au niveau desquelles les lignes du champ magnétique entourant la Terre forment un entonnoir magnétique.

Ces cornets polaires sont les deux régions importantes de la magnétosphère terrestre au niveau desquelles le vent solaire (flux constant de particules chargées généré par le Soleil et traversant le système solaire entier) peut accéder directement à la couche supérieure de l'atmosphère terrestre (ionosphère).

De grandes quantités de plasma (gaz de particules chargées) et d'énergie sont transportées au travers de ces régions et d'autres zones « accessibles » pour pénétrer dans la magnéto-



Vue d'artiste des micro-tourbillons dans le cornet magnétique nord.
(© ESA)

qu'à 40.000 kilomètres de large) sur le flanc de la magnétopause (limite entre la magnétosphère et l'espace libre). Cette nouvelle découverte de microturbulences, avec des vortex de 100 kilomètres de large seulement, est une première dans le domaine de l'étude du plasma enveloppant la Terre.

Une telle découverte permet aux scientifiques de faire le lien entre les turbulences à petite et à grande échelles, et de tenter de comprendre leur formation et

phère, c'est-à-dire la protection naturelle de la Terre. Moins d'un pour cent de toute l'énergie transportée par le vent solaire et atteignant la magnétosphère parvient à pénétrer dans cette dernière, mais l'impact sur les systèmes terrestres (tels que les réseaux de communication et les lignes électriques) est néanmoins important.

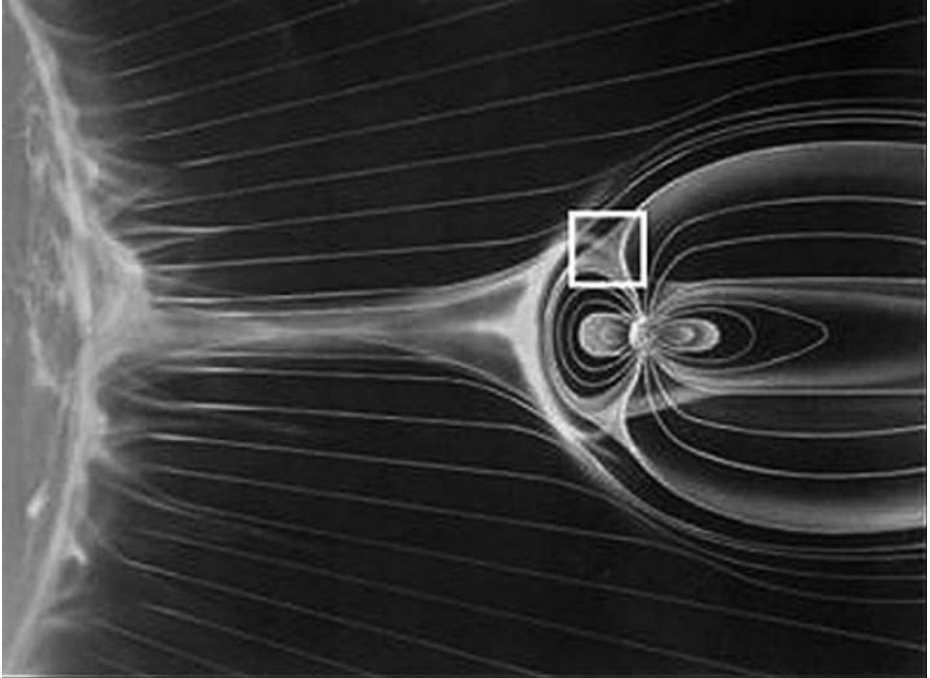
Le matériel solaire pénétrant génère des turbulences au niveau du plasma qui enveloppe la Terre, à l'instar des fluides mais avec des forces plus complexes. De telles turbulences sont générées, par exemple, dans les zones de transition entre les couches de plasma de densités et températures différentes, mais leurs mécanismes de formation ne sont pas complètement connus.

Les turbulences existent à différentes échelles, depuis des milliers de kilomètres de large jusqu'à quelques kilomètres de large. En 2004, lors de mesures multi-points in situ, les quatre satellites Cluster ont rapporté l'existence de turbulences à échelle importante (jus-

leurs connexions. Par exemple, quels sont les mécanismes de base permettant la création et le développement de turbulences? Jusqu'à quel point les vortex contribuent-ils au transport de masse et d'énergie via les couches limites? Les petits vortex sont-ils nécessaires à la formation des plus grands? Les grands vortex créent-ils toute une série de vortex d'ampleur inférieure par dissipation de leur énergie?

En tentant d'apporter des réponses à ces questions, Cluster révolutionne notre compréhension des manières et mécanismes selon lesquels l'activité solaire affecte la Terre. Cluster est un outil de diagnostic sans précédent pour la réalisation de la première carte tridimensionnelle de l'environnement proche de la Terre, et ses observations simultanées par des engins spatiaux multiples sont uniques en leur genre.

L'étude par Cluster des turbulences au niveau du plasma terrestre contribue également aux avancées de théories fondamentales sur le plasma. Ceci ne s'avère pas seulement important dans le domaine de l'astrophysi-



La turbulence magnétique est le fruit du vent solaire, là où ce dernier pénètre directement dans la magnétosphère (© ESA, vue d'artiste)

que, mais également pour la manipulation du plasma dans les laboratoires sur Terre en raison des énergies importantes impliquées. Ceci est particulièrement utile pour la recherche sur la fusion nucléaire.

Aurores de Saturne

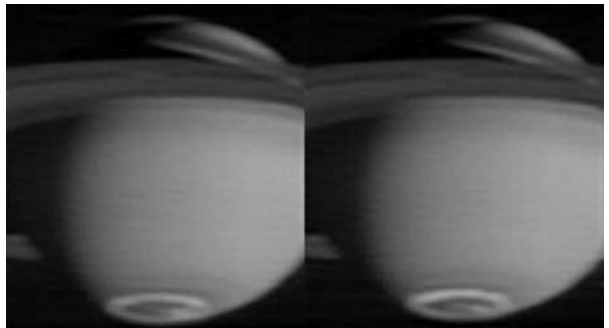
La sonde Cassini a obtenu ses meilleures images des aurores de Saturne. Prises à une heure d'intervalle, on peut y voir des variations subtiles d'intensité dues aux irrégularités du vent solaire.

Les images montrent un ovale un peu analogue à celui des aurores terrestres.

Le vent solaire comprime le champ magnétique autour de Saturne, libérant les particules

chargées emprisonnées dans les ceintures de radiation. Ces particules descendent le long des lignes de force du champ magnétique jusqu'à la haute atmosphère au-dessus des pôles. C'est alors qu'elles excitent les atomes et ions d'hydrogène et les font rayonner dans l'ultraviolet.

L'étude de ces phénomènes permet de sonder la haute atmosphère de Saturne et d'en étudier la composition, la densité et la température au cours du temps.



Sylvia

L'astéroïde 87 Sylvia, l'un des plus gros de la ceinture s'étendant entre Mars et Jupiter, possède deux satellites. On savait que beaucoup de ses congénères sont doubles, mais c'est le premier cas avéré de triplés.

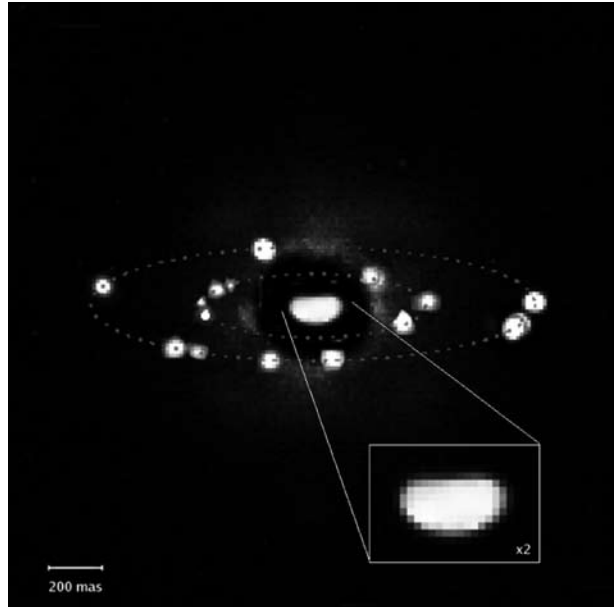
Sylvia mesure 280 kilomètres de diamètre et se trouve dans la partie extérieure, dite « Cybèle », de la ceinture, à 3,5 unités astronomiques du Soleil. Il y a quatre ans on lui avait découvert un premier satellite, ce qui n'est pas extraordinaire puisque plus d'une quinzaine d'astéroïdes de la ceinture sont connus pour être doubles, et qu'au total 60 astéroïdes ont un compagnon. Le second satellite vient d'être découvert sur une série d'images obtenues au VLT en optique adaptative.

L'observation de ces satellites a permis de déterminer avec précision la masse et la densité (1,2) de Sylvia et de montrer qu'il s'agit d'un tas de gravier – dont la composante principale doit être la glace d'eau – formé par l'accrétion des débris d'un astéroïde ancien détruit dans une collision. Les satellites ne sont sans doute que deux débris restés en orbite.

Le nom de Sylvia avait été attribué en l'honneur de Rhéa Sylvia, mère des mythiques Romulus et Rémus. C'est donc sans surprise qu'on a proposé de donner le nom des fils aux satellites. Ceux-ci sont minuscules. Romulus mesure 18 km et tourne à 1360 km de Sylvia. Rémus, le petit dernier, ne fait que 5 km et se trouve à 710 km de Sylvia.

Planète X (suite)

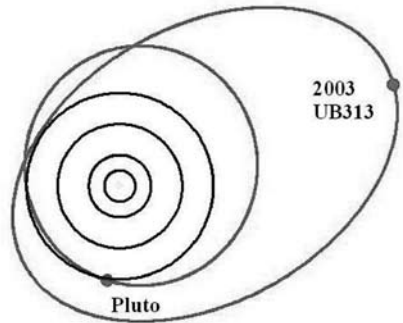
Aurait-on finalement trouvé la mythique dixième planète? Le KBO (Kuiper Belt Object) 2003 UB313 serait plus gros que Pluton. Il est actuellement à près de cent fois la distance de la Terre au Soleil, quinze milliards de kilomè-



Combinaison de 9 images VLT/NACO montrant les positions successives des deux lunes (© ESO)

tres et il s'agit de l'objet le plus lointain du système solaire jamais observé.

Comme le montre la figure ci-dessous l'orbite de 2003 UB313 est très excentrique. Elle mène l'astre de 38 à 97 UA du Soleil, distance où il se trouve actuellement, et un tour complet prend plus de cinq siècles. Pluton, quant à lui, se déplace entre 30 et 50 UA du Soleil en 250 ans.





Images de la découverte de 2003 UB313, prises le 21 octobre 2003 à 90 minutes d'intervalle
(© M.Brown, C.Trujillo, D.Rabinowitz)

Il est normal que 2003 UB313 se trouve non loin de l'aphélie, sinon on l'aurait trouvé depuis longtemps.

Comment a-t-on pu estimer le diamètre de l'astre ? On a facilement une limite inférieure. Il suffit de supposer que la planète réfléchit cent pour cent de la lumière solaire. Connaissant sa distance on obtient un diamètre de 2210 km, pratiquement égal à celui de Pluton (2300 km), Cette hypothèse est évidemment peu crédible. Même en supposant que la réflectivité soit celle de la neige fraîche sur Terre (90%), on obtient 2330 km. De façon plus réaliste, si l'on admet une réflectivité analogue à celle de Pluton (60%), le diamètre s'établit à 2860 km.

Une autre façon d'évaluer le diamètre est d'utiliser un télescope infrarouge pour déterminer son flux thermique. On a en effet une bonne idée de la température à laquelle doit se trouver un astre aussi lointain. La mesure de l'intensité infrarouge qu'il émet est donc proportionnelle à la surface rayonnante. Une première mesure avait été faite par l'observatoire spatial Spitzer mais n'a pas abouti en raison d'une légère erreur de pointage.

Cette découverte ne fait pas que des heureux. La frontière entre planètes et astéroïdes est de plus en plus vague, et la nouvelle venue n'arrange pas les choses car elle remet en cause le statut de Pluton dans la hiérarchie du système solaire.

En tout cas cela semble donner du travail

à de nombreux comitards. Un comité spécial de l'Union Astronomique Internationale essaye de préciser la classification de cet astre. Un autre comité de l'UAI dont la tâche habituelle est de donner des noms aux astéroïdes et objets KBO est en train de ruminer sur une proposition faite par les inventeurs. Quant à un troisième comité de l'UAI, qui s'occupe habituellement de dénommer les détails topographiques des planètes principales et des satellites, il a déjà décidé que, si l'on décrétait que UB313 était une planète de bon aloi, ce serait à lui d'attribuer un nom.

Alors, va-t-on nous annoncer que Pluton n'est plus une planète ou, au contraire, qu'il y a dix, quinze ou vingt planètes ? Ou va-t-on décider qu'on laisse les choses en état et qu'on ferme la boutique après Pluton ? Les paris sont ouverts et, le moment venu, ce sera aux astrologues et autres charlatans de s'occuper des conséquences de ce chambardement cosmique.

Supernova de M51

Des images prises par le télescope spatial Hubble révèlent l'étoile à l'origine de la récente supernova de M51, SN2005cs, permettant ainsi de confirmer les idées des astronomes sur ce type de phénomène.

Les images de la page suivante montre l'emplacement de la supernova dans la galaxie, ainsi que des zooms sur l'astre avant et après l'explosion.

