

L'astronomie dans le monde

Deep Impact

Les observations faites en rayons X par le satellite Swift après l'expérience Deep Impact ont montré que la comète Tempel 1 avait libéré beaucoup plus d'eau que ce que l'on croyait, un quart de million de tonnes, qu'il faut ajouter aux 16 000 tonnes qu'elle libère quotidiennement par son activité normale. Contrairement à ce qui a été observé dans le domaine visible, les conséquences de l'impact se sont manifestées en X pendant une douzaine de jours. Les rayons X sont dus principalement à l'interaction du vent solaire avec les molécules d'eau. La persistance anormale de l'émission X post-impact montrerait que l'eau provenant de l'impact a été libérée plus lentement que les autres molécules, peut-être par l'évaporation lente de grains recouverts de glace.

L'occupation habituelle de Swift est la recherche des objets situés aux confins de l'univers, spécialement les GRB (sources de rayons gamma), mais son agilité lui permet quelques extras comme ces observations de la comète Tempel 1 et celles discutées dans le paragraphe suivant.

Comète 73P/Schwassmann-Wachmann 3

Le satellite Swift s'est en effet occupé également de la comète Schwassmann-Wachmann 3 qui est passée près de la Terre le 12 mai à une distance égale à une trentaine de fois la distance Terre-Lune. La comète a été observée en X où elle s'est avérée d'un éclat exceptionnel. Comme l'émission X provient du halo de gaz diffus, et que la résolution du télescope X n'est pas comparable à celle des télescopes optiques, on ne voit sur l'image X qu'une tache floue ne laissant pas apparaître le noyau ni les détails de la queue. Le télescope optique (visible et UV) de Swift a aussi pris des images, dont une lors du passage de la comète près de la nébuleuse

de la Lyre (voir page suivante).

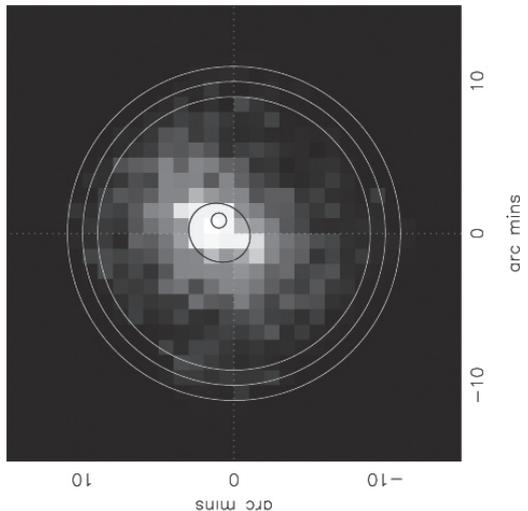
La comparaison des données UV avec celles obtenues en X dans divers domaines d'énergie permettra d'étudier la composition de la coma. Les données additionnelles apportées par d'autres satellites X comme Chandra, XMM-Newton et Suzaku seront du plus grand intérêt, car complémentaires.

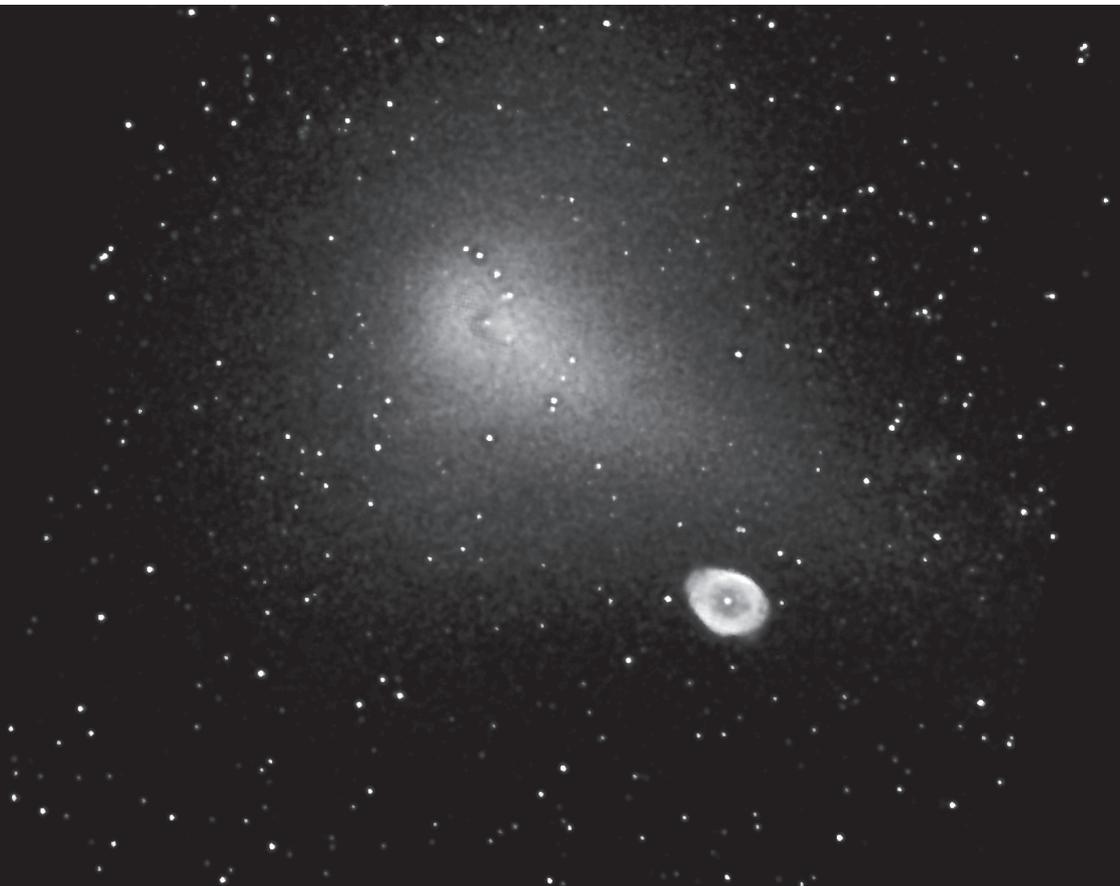
Les télescopes au sol ont mitraillé les divers fragments de la comète et ont montré que certains d'entre-eux se divisaient en sous-fragments, laissant présager une fin plus ou moins proche. Ainsi, en couverture 2, nous montrons le fragment B, le plus actif, alors qu'il venait d'expulser quelques débris. Ces images ont été réalisées avec le télescope VLT Kueyen de l'ESO.

Grâce à leur superbe résolution, les ima-

La comète Schwassmann-Wachmann 3 vue par Swift en rayons X. Il s'agit de la comète la plus brillante en X que l'on ait jamais observée. Les rayons X sont produits par l'interaction de la matière cométaire avec le vent solaire.

(© NASA/Swift/XRT/U. Leicester/Richard Willingale)





*C'est encore Swift qui est à l'origine de cette image, mais cette fois grâce à son télescope optique qui a observé la comète dans le bleu et l'ultraviolet au moment où elle passait près de la nébuleuse annulaire de la Lyre (M57).
(© NASA/Swift/UVOT/PSU/Peter Brown)*

ges prises par le télescope spatial Hubble ont montré beaucoup plus de fragments que celles obtenues depuis le sol. La comète était composée d'une longue chaîne de dizaines de fragments s'étirant sur plusieurs degrés. Certains de ces fragments se brisent eux-mêmes et laissent un sillage de mini-comètes qui, plus légères et sensibles à l'influence solaire, s'écartent de la trajectoire commune et se meuvent comme le

gaz et les poussières dans les queues. Il est probable que l'évaporation de la glace des mini-comètes du côté faisant face au Soleil produit un effet de fusée qui les propulse à l'opposé de celui-ci. Les plus petits fragments sont les plus sensibles à cette action et se déplacent plus rapidement. Certains finissent par se volatiliser complètement.

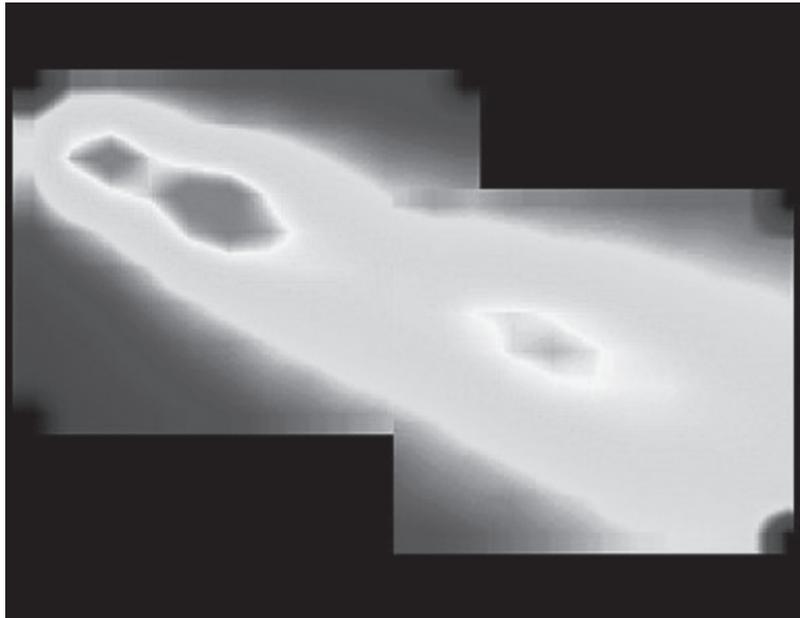
En couverture 1 nous montrons une image prise par le HST sur laquelle on distingue des dizaines de telles mini-comètes traînant derrière le fragment B. Cette image fait partie d'une vidéo spectaculaire obtenue en avril peu de temps après un sursaut d'activité de ce noyau. (<http://hubblesite.org/newscenter/newsdesk/archive/releases/2006/18/video/>)



*Sur l'image ci-dessus, prise depuis le sol le 8 avril 2006, on voit les fragments B, G R et N, se suivant sur une même trajectoire.
(© G. Rhemann et M. Jager)*

Ci-dessous, Schwassmann-Wachmann 3 imagée par la caméra SCAM de l'ESA depuis un observatoire des Canaries.

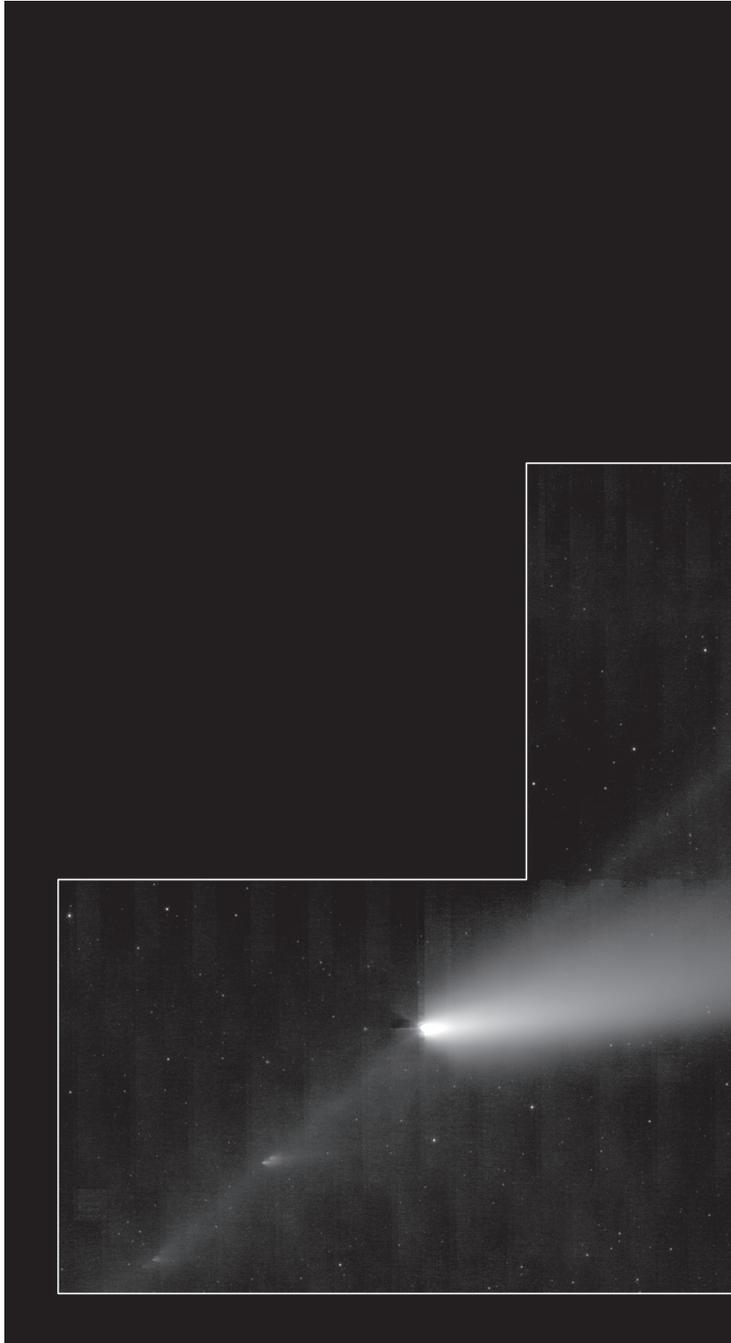
Les comètes sont des résidus fragiles du système solaire primitif. Leurs noyaux sont des agrégats poreux de poussières et de glaces. Ils peuvent se briser sous l'influence des forces de marées lorsqu'ils passent près d'une planète massive. Ce fut le cas de Shoemaker-Levy 9 qui s'est brisée près de Jupiter en 1992, avant d'y plonger deux ans plus tard. Ils peuvent aussi se rompre sous l'influence d'une rotation trop rapide, ou sous l'effet de la chaleur solaire lors d'un passage au périhélie.

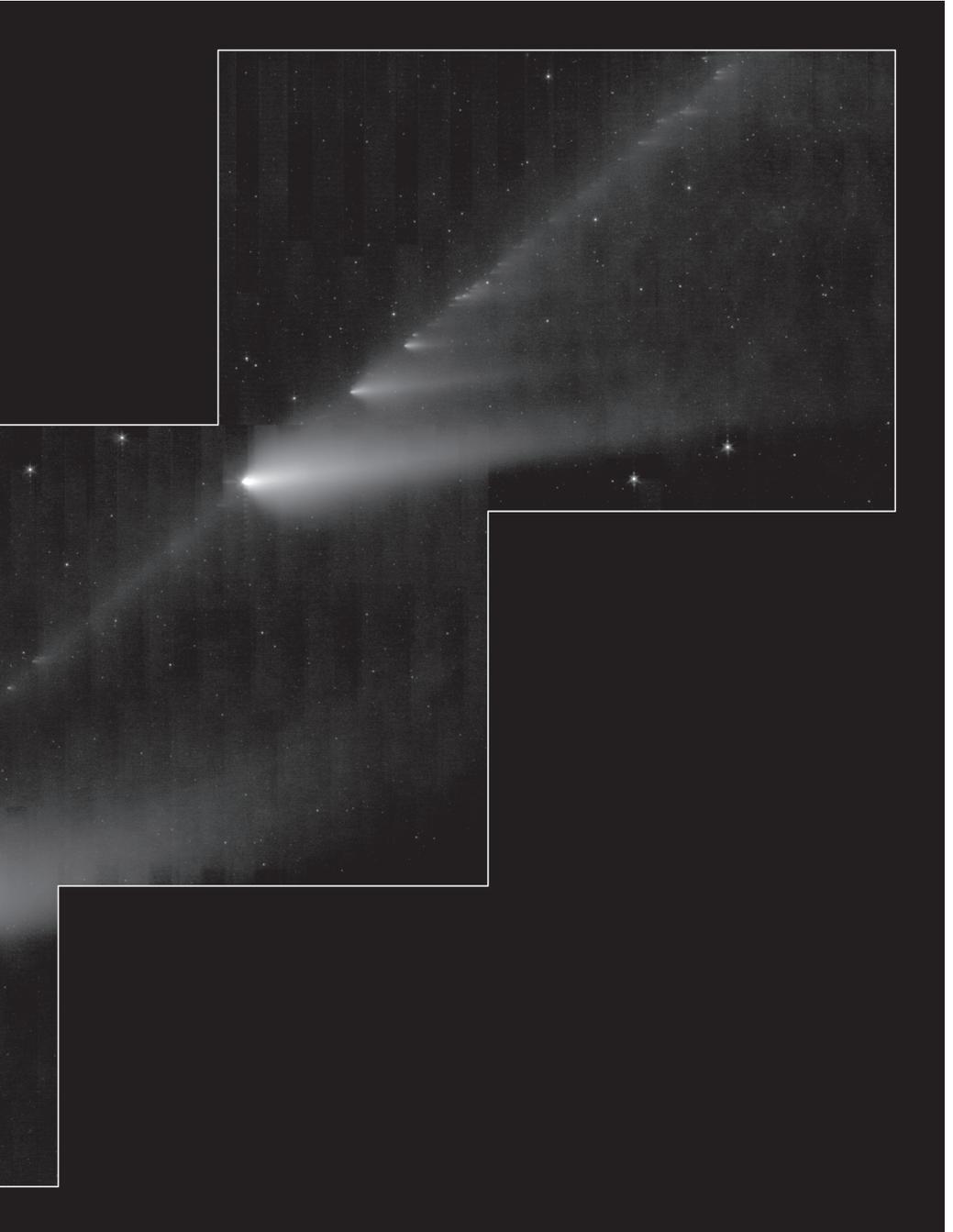


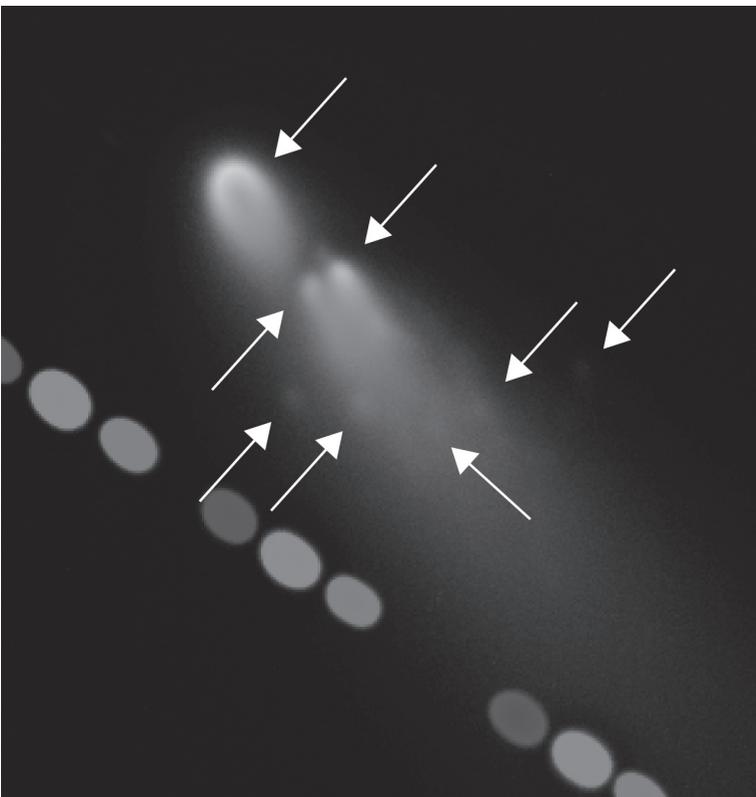
*Le télescope spatial
Spitzer a obtenu ces
images spectaculaires
de la comète
Schwassmann-
Wachmann 3 qui se
désintègre près de
nous.*

*On y voit le train de
poussières et autres
fragments solides
(chacun devenant
une petite comète)
se suivant sur une
même trajectoire,
et une multitude de
queues orientées
parallèlement sous
l'influence du
Soleil. Malgré la
relative proximité,
notre planète n'a
rien à craindre. On
s'attend à une pluie
de météorites en
2022 lorsque nous
croiserons ce qui
restera du sillage de la
comète.*

*(NASA/Spitzer
Telescope)*







Fragment B de la comète. Il s'agit de la même image que celle de couverture 2, obtenue avec le VLT/ESO, retravaillée pour révéler les fragments et portant l'indication de ces fragments. (@ ESO)

ments pourra mettre en évidence des variations de composition chimique. La rapidité de lecture de la caméra donnera aussi les modification de structure et les vitesses relatives des différents fragments et sous-fragments.

Mais l'image la plus spectaculaire avec celle de Hubble est sans doute l'œuvre d'un autre télescope spatial de la NASA, l'observatoire infrarouge Spitzer (page 258). Mieux que dans le domaine visible ou ultraviolet, on peut voir le train ininterrompu de fragments alignés le

Une éruption un peu violente de gaz occlus pourrait aussi les détruire. De toute manière il semble bien que le sort ultime de beaucoup de comètes soit de partir en poussières. L'analyse des données obtenues sur 73P/Schwassmann-Wachmann 3 permettra de préciser quel est le mécanisme qui mène à sa destruction.

L'Agence Spatiale Européenne, qui a en ce moment une mission (Rosetta) en route vers une autre comète, a également participé à la campagne d'observations sur Schwassmann-Wachmann 3, grâce à une toute nouvelle caméra ultra-rapide à comptage de photons, montée sur un télescope de 1 m à Tenerife. Cette caméra révolutionnaire permet d'obtenir en même temps la position de chaque photon (et donc une image) mais aussi sa couleur (un spectre, encore grossier pour le moment).

L'étude des différences entre les frag-

ments alignés le long de la trajectoire. Celle-ci est peuplée sur plusieurs degrés de débris de toutes tailles, dont la caractéristique est d'être suffisamment massifs pour ne pas être perturbés par le vent et le rayonnement solaires. La comète semble bien destinée à s'éparpiller à plus ou moins brève échéance en un essaim de particules. On assiste en direct à la formation d'un nouvel essaim de météorites. La trajectoire de la Terre l'amènera à le rencontrer de temps à autre, la première fois en 2022. On assistera peut-être alors à une pluie d'étoiles filantes correspondant à cet essaim.

L'anneau bleu d'Uranus

L'anneau extérieur d'Uranus, récemment découvert, est bleu, contrairement à la plupart des anneaux planétaires qui sont plutôt rougeâtres. Seul l'anneau externe (E) de Saturne lui



Les anneaux extérieurs de Saturne (en haut) et Uranus sont très ténus et bleutés. Leur brillance a été renforcée artificiellement dans cette image. (© Imke de Pater, Heidi Hammel, Seran Gibbard, Mark Showalter / Science)

taille adéquate pour expliquer la teinte bleutée, mais il faut une autre explication pour Uranus. La ségrégation des tailles dans l'anneau extérieur serait due à une combinaison subtile de forces magnétiques, gravitationnelles et radiatives agissant sur les poussières provenant de Mab. Les plus fines particules échappent à l'attraction de la petite lune, tandis que les plus grosses finissent par y retomber

ressemble. C'est la taille minuscule des particules qui constituent ces anneaux qui est responsable de la teinte anormale.

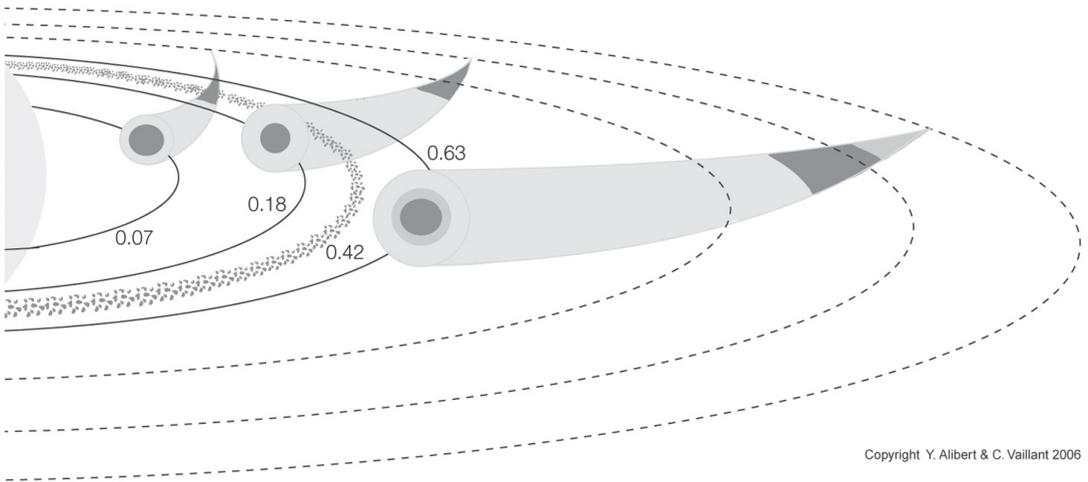
L'anneau E de Saturne et l'anneau extérieur d'Uranus ont une autre ressemblance : ils contiennent tout deux une lune, Encelade pour Saturne, et Mab pour Uranus. On pense que les anneaux sont faits de la matière provenant des ces lunes. Pour Encelade, le cas semble clair puisque des geysers y ont été récemment découverts. Mais il n'y a pas d'activité volcanique sur Mab. On retient alors l'explication qui avait été avancée initialement pour Encelade : l'érosion de la lune par des impacts météoriques fournit de quoi nourrir l'anneau externe.

Les particules de glace et de poussières éjectées par Encelade ont apparemment la

Triplet de neptunes

Le vénérable télescope de 3m60 de l'ESO (La Silla) a permis la découverte de trois planètes de la masse de Neptune autour d'une étoile proche. L'une d'entre elles, la plus éloignée de l'étoile, se trouve au bord intérieur de la zone dite habitable du système stellaire, là où de l'eau pourrait exister à l'état liquide à la surface d'une planète ou d'un satellite.

Le trio est hétéroclite. La planète la plus proche de l'étoile est probablement tellurique. La suivante est entourée d'une épaisse enveloppe de gaz, comme nos planètes géantes. La dernière s'adjoint une couche de glace entre le noyau rocheux et l'atmosphère.



Copyright Y. Alibert & C. Vaillant 2006

Des observations faites avec le télescope spatial Spitzer indiquent en outre la présence probable d'une ceinture d'astéroïdes.

La figure ci-dessus montre les orbites actuelles des trois planètes, aux distances de 0,07, 0,18 et 0,63 unité astronomique. En pointillés, on voit les positions initialement occupées par les planétésimales qui les ont formées. La planète la plus extérieure s'est formée au-delà de la limite des glaces. Elle a ainsi accumulé énormément de glace, et s'est entourée d'une enveloppe de gaz. Les deux planètes internes n'ont pas pu accréter de glace.

Triton

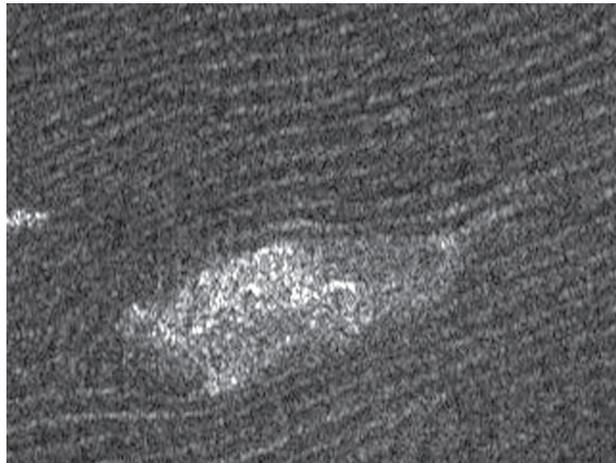
On soupçonne depuis longtemps que l'orbite curieuse du satellite géant de Neptune est due au fait qu'il s'agit d'un astre capturé bien après la formation du système planétaire. Encore fallait-il trouver comment avait pu s'effectuer cette capture. Une collision avec un satellite ou un freinage atmosphérique ont été invoqués pour expliquer la décélération indispensable à l'insertion en orbite. La solution vient d'être apportée par des simulations numériques. Triton faisait partie d'un astre double lorsqu'il a rencontré Neptune. L'interaction gravifique entre les trois corps a permis à Triton de

changer de partenaire et d'acquérir son orbite inclinée et rétrograde.

Dunes de Titan

Les régions sombres de Titan que l'on a cru un moment être des mers d'hydrocarbures sont des déserts sillonnés de dunes.

La formation des dunes est due l'action du vent. On estime que l'énergie du Soleil à une telle distance est insuffisante pour engendrer des vents capables de former des dunes. Par contre les puissantes marées provoquées



par la gravitation de Saturne produisent des mouvements dans la basse atmosphère qui sont tout à fait en mesure de déplacer les grains de sable.

L'origine du sable est encore débattue. Il pourrait se former par l'érosion des roches lors de rares, mais violentes, averses de méthane. Mais il pourrait aussi être le résultat de réactions photochimiques dans l'atmosphère.

Aréologie

L'étude des minéraux martiens par le satellite de l'ESA Mars Express confirme l'existence de trois phases géologiques bien distinctes. Seule la première, très brève, impliquait la présence d'eau liquide et aurait pu permettre celle de la vie.

Tache Rouge Junior

La seconde tache rouge a été photographiée en détail par le télescope spatial Hubble. C'est la première fois que l'on constate l'apparition d'une formation similaire à celle de la célèbre Tache Rouge. On peut y voir le signe d'un important changement climatique sur la planète géante.

Deux vues de la nouvelle tache rouge de Jupiter (© NASA/ESA/HST)

Obliquité des grosses planètes

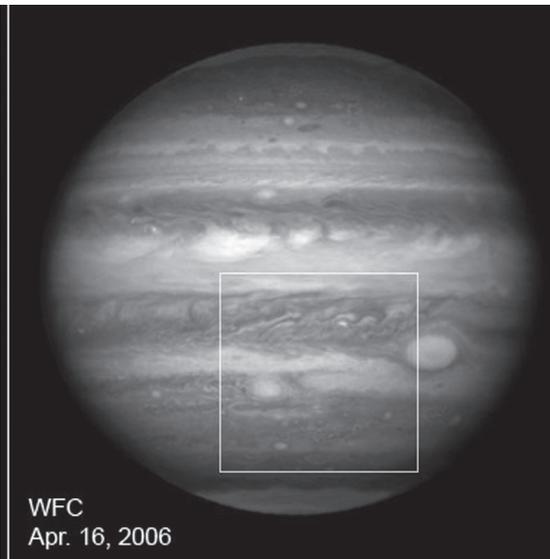
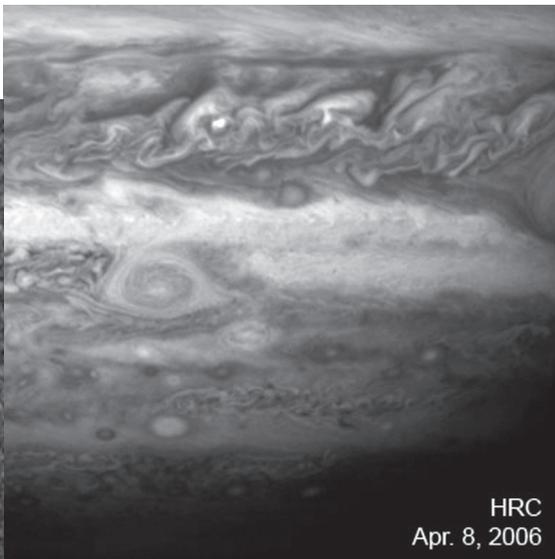
L'inclinaison sur l'écliptique de l'axe des planètes géantes serait due à leurs interactions gravifiques mutuelles aux premiers temps du système solaire. Ces planètes étaient alors moins distantes que maintenant. Les théories précédentes invoquaient des collisions pour expliquer des obliquités qui peuvent être extrêmes, comme dans le cas d'Uranus. Contrairement à la Terre et aux planètes voisines, l'obliquité des planètes géantes est maintenant très stable.

Le jour de Saturne

Les mesures du champ magnétique de la planète aux anneaux indiquent une période de rotation plus longue de 8 minutes que ce que l'on admettait jusqu'à présent. Le champ magnétique étant profondément ancré dans la planète, on considère que ces mesures sont les plus fiables. Elles montrent d'ailleurs une parfaite stabilité dans le temps.

Xéna

Le diamètre de l'officieuse dixième planète continue d'être l'objet de mesures minutieuses. Les dernières observations par le télescope spatial Hubble confirment que Xéna



est plus grosse que Pluton mais de justesse, ce qui devrait lui permettre d'entrer dans les horoscopes. Sa haute réflectivité, 86 pour cent, la faisait paraître plus grosse qu'elle ne l'est en réalité. C'est sans doute l'atmosphère gelée qui lui confère ce haut albédo. Au périhélie, l'atmosphère se sublime, abandonnant ainsi les impuretés en un cycle d'auto-nettoyage très bien conçu.

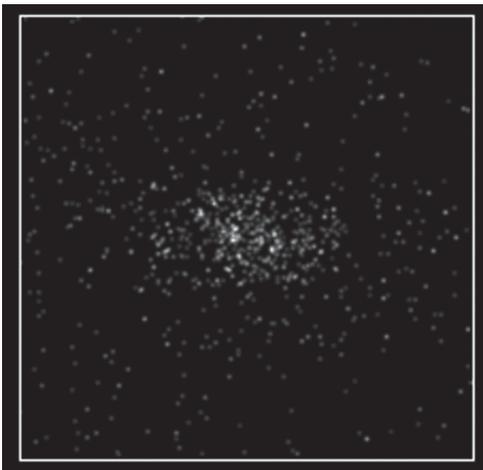
Un compagnon pour le Soleil ?

L'orbite immense et très allongée de la « planète » Sedna indiquerait selon certains la présence d'une petite étoile (Némésis) en orbite lointaine autour du Soleil. Cette hypothèse déjà soulevée à plusieurs reprises, par exemple pour expliquer les extinctions géologiques par des bombardements périodiques de comètes, revient donc à la surface. Selon d'autres scientifiques, il aurait suffi qu'il y ait des étoiles à proximité lors de la formation du système solaire pour expliquer l'orbite curieuse de Sedna.

Galaxies satellites

Deux nouvelles galaxies satellites de la Voie Lactée ont été découvertes grâce aux données du survey SDSS, l'une dans les Chiens

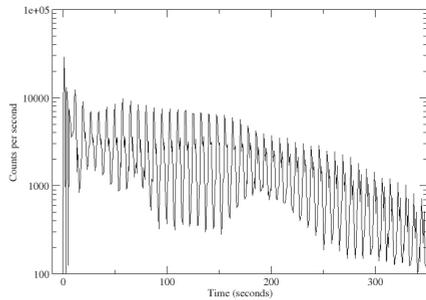
*La galaxie naine des Chiens de Chasse est un satellite de notre Voie Lactée
(© V. Belokurov, Cambridge University, The Sloan Digital Sky Survey-II collaboration)*



de Chasse, l'autre dans le Bouvier. Elles ne sont éloignées que de 640.000 années lumière. Cela porte à 14 le nombre de satellites de notre Galaxie, parmi lesquels figurent les Nuages de Magellan.

Séisme sur une étoile à neutrons

Les vibrations engendrées par une violente explosion sur l'étoile à neutrons SGR 1806-20 ont permis d'estimer l'épaisseur de sa croûte superficielle. Le diamètre de l'étoile n'est que d'une vingtaine de kilomètres malgré une masse supérieure à celle du Soleil. Les observations ont été réalisées avec le satellite de la NASA Rossi X-ray Timing Explorer.



Trou noir double

Il se confirme que la galaxie 0402+379 abrite deux trous noirs supermassifs très rapprochés (24 années lumière) en son centre. C'est probablement le résultat de la collision de deux galaxies qui avaient chacune leur trou noir supermassif. Les observations ont été faites avec le réseau interférométrique américain VLBA.

Hydrogène lointain

Le VLT de l'ESO a permis la détection d'hydrogène moléculaire dans la direction de quasars très lointains. Ce gaz appartient à une galaxie invisible directement. Son redshift record de 4,224 signale une distance considérable. Outre l'abondance de l'hydrogène moléculaire dans un âge reculé, les spectres semblent indiquer une infime variation du rapport des masses du proton et de l'électron depuis 12 milliards d'années.