

L'astronomie dans le monde

Cassini

A la fin de ce mois de juin, après un voyage de 3 milliards et demi de kilomètres débuté en octobre 1997, la sonde spatiale Cassini s'est mise en orbite autour de Saturne. Sa trajectoire l'a amenée à 20.000 km des nuages en la faisant passer à deux reprises entre les anneaux F et G. Jamais un vaisseau spatial n'avait frôlé d'aussi près le seigneur des anneaux.

La manoeuvre était risquée en raison des collisions qui auraient pu se produire, même dans cette zone «propre» des anneaux. Mais tout s'est bien déroulé et, peu après, les premiers résultats affluaient au centre de contrôle. Parmi ces données, une soixantaine d'images à haute résolution des anneaux.

Avant d'en arriver là, Cassini avait déjà obtenu d'intéressantes informations. Au cours de son long voyage la sonde avait mesuré la longueur du jour saturnien à partir des émissions radioélectriques. Cette durée s'établit à 10h 45m 45s, soit 6 minutes de plus que ce qu'avait trouvé la sonde Voyager2 en 1980-1981. L'explication de ce ralentissement serait liée au champ magnétique de la planète géante. Comme pour le Soleil, ce champ ne tourne pas à la même vitesse à toutes les latitudes. La zone du champ magnétique qui contrôle les émissions radio a donc dû changer de latitude au cours des dernières décennies.

Toujours à propos du champ magnétique, une première image de la magnétosphère de Saturne a été obtenue, grâce au rayonnement des atomes d'hydrogène qui s'en échappent. Il s'agit d'une enveloppe de particules chargées, bien plus grande que la planète.

La sonde Cassini a aussi découvert une nouvelle ceinture de radiation, présente depuis le sommet des nuages saturniens jusqu'à l'anneau D. Les ceintures de radiation descendent donc bien plus près de la planète qu'on ne le pensait. D'autre part, des orages ont été observés sur la planète aux anneaux, mais ils sont bien différents de ceux détectés par Voyager il y a vingt ans, ce qui s'expliquerait par le déplacement de l'ombre des anneaux sur la planète.

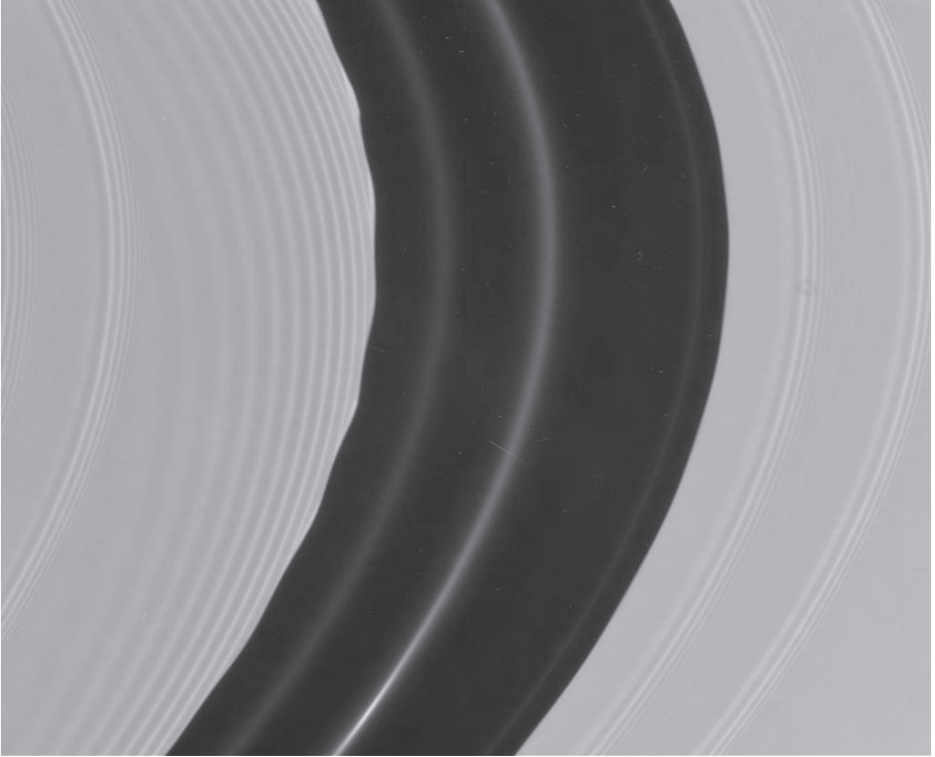
Avant sa mise en orbite, Cassini avait été légèrement dérivée pour effectuer la première des 52 approches prévues de satellites. Elle avait ainsi pu survoler Phoebe à 2000 kilomètres de distance, soit mille fois plus près que ce qu'avait réalisé Voyager 2 en 1981. Cassini était encore loin de Saturne, à 13 millions de kilomètres. L'orbite de Phoebe est en effet immense et parcourue en 18 mois par la mystérieuse lune dont le diamètre n'exède pas 220 km. Phoebe ne pouvait être visitée qu'en chemin. Une fois en orbite, Cassini n'aura jamais l'occasion de s'éloigner autant. Cette rencontre n'était pas fortuite. L'arrivée de Cassini a été planifiée pour la permettre. Rien n'aura été négligé pour acquérir toutes les informations possibles sur le plus grand nombre d'astres.



Phoebe

Phoebe paraît faite de glaces et de composés carbonés. Cette mixture, semblable à celle que l'on trouve sur Pluton, Triton, et les objets de la ceinture de Kuiper (et qui n'est pas sans rappeler celle des comètes), aurait été très courante lors de la formation du Système solaire. Phoebe serait donc une relique de cette époque, un astre vagabond capturé par le géant Saturne. Les images révèlent des zones d'albédo (réflectivités) très différents. Alors que la surface est globalement l'une des plus noires que l'on connaisse, certaines régions montrent ce qui pourrait être de la glace brillante mise à nu par des impacts ou des glissements de terrain récents.

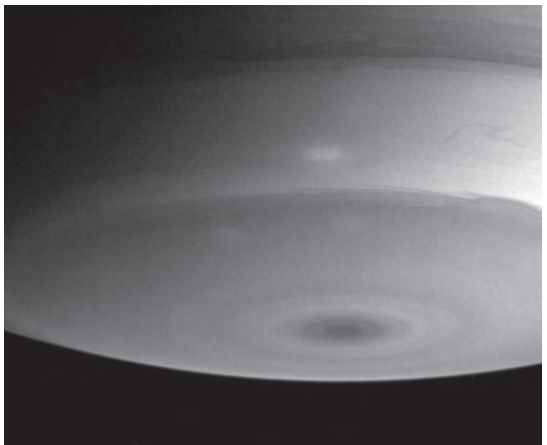
Mais revenons aux premières images envoyées par la sonde Cassini en orbite autour de Saturne, et qui concernent les anneaux. Ceux-ci révèlent une structure d'une grande complexité due aux interactions gravifiques entre les particules et les satellites. On peut voir des ondes de den-



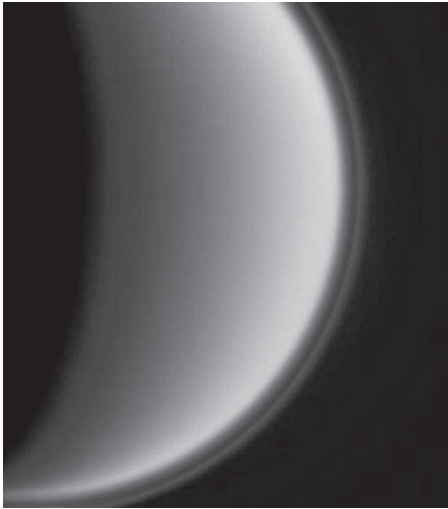
Détail des anneaux

sité se propageant en spirale, et des ondes de «gauchissement» indiquant des orbites s'écartant du plan équatorial. Autre résultat étonnant : la division de Cassini, cet intervalle entre les anneaux A et B, contiendrait beaucoup de particules de poussières, mais peu de glace (contrairement aux anneaux eux-mêmes). La sonde a aussi découvert de grandes quantités d'oxygène au bord des anneaux, peut-être le résultat d'une collision ?

Les structures nuageuses de Saturne ont aussi été observées. L'image présentée ici, prise d'une distance de 5,1 millions de kilomètres, montre la zone australe, avec la tache sombre du pôle entourée d'anneaux concentriques, et des formations nuageuses dont certaines ont pris l'aspect d'ovales blancs.



Zone australe de Saturne



Titan

Les satellites ont naturellement été photographiés et, à tout seigneur tout honneur, Titan, qui sera étudié de beaucoup plus près dans les prochains mois, a reçu la priorité.

Les images prises en ultraviolet montrent qu'au-dessus de l'atmosphère de Titan flottent deux couches de brumes. On suppose qu'il s'agit de particules contenant des molécules organiques formées par la destruction du méthane et de l'azote et la recombinaison de leurs atomes. En dessous de ces brumes, l'imagerie infrarouge montre



Nuages de méthane

des formations brillantes qui sont des groupes de nuages de méthane. Cassini était alors à plus de 300.000 km de Titan.

La sonde effectuera le premier de ses 45 passages prévus près de Titan en octobre. Certains de ces passages se feront à moins de 1.000 km. Le jour de Noël, le module Huygens se détachera de Cassini et poursuivra sa trajectoire vers Titan qu'elle atteindra le 14 janvier. Il verra donc d'encore plus près le mystérieux satellite. Huygens devrait s'y poser et survivre quelques heures. Cassini ne sera pas loin et relayera les transmissions vers la Terre.



Japet

Autre satellite très curieux, Japet, de 1.436 km de diamètre, montre une surface divisée en deux zones de luminosités très différentes. La sonde Cassini en a obtenu une image relativement nette, depuis une distance de 3 millions de kilomètres. Comme la Lune par rapport à la Terre, Japet présente toujours la même face par rapport à Saturne. C'est le côté avant par rapport à son orbite qui est sombre, faisant penser qu'il a accumulé ce dépôt noir en balayant l'espace devant lui.

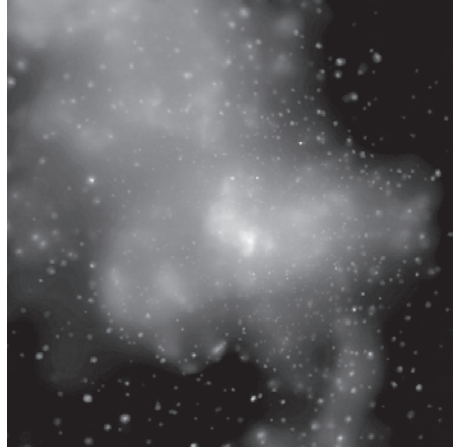
Parmi les autres images du système saturnien vu par Cassini on notera une photo du satellite Rhéa prise à une distance d'un million de km et aussi Thétys et Encelade. Les satellites seront visités de beaucoup plus près au cours de la mission et tout ceci n'est destiné qu'à nous ouvrir l'appétit.

Gaz très chaud au centre de notre Galaxie

L'observatoire spatial Chandra a montré la présence d'une émission diffuse de rayons X au centre de notre Galaxie. La composante la plus énergétique est due soit à un gaz très chaud (100 millions de K) ou à un grand nombre de sources ponctuelles non résolues. Mais dans les deux cas, aucun modèle existant n'est en accord avec les observations.

Distance des Pléiades

Le satellite Hipparcos avait conclu que les Pléiades étaient 10% plus proches qu'on ne le pensait, mais cette distance plus faible posait problème aux astronomes et pouvait remettre en question les bases de notre astronomie. En utilisant les télescopes-guides du satellite Hubble, ce résultat a pu être infirmé, ramenant les Pléiades à une distance plus acceptable.



La lueur diffuse de la Voie Lactée se superpose à des milliers de sources ponctuelles (NASA/CXC/UCLA/MIT/M.Muno et al.)



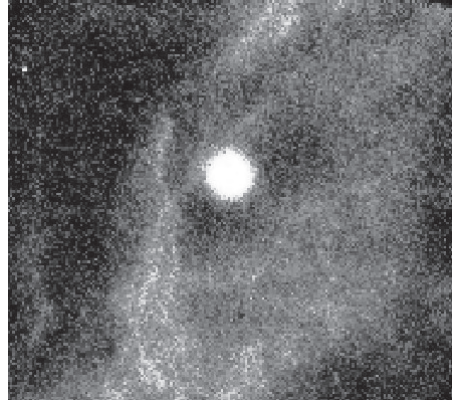
Les Pléiades par le télescope Schmidt du Mont Palomar (NASA/ESA/AURA)

FUSE

Pour la première fois, des astronomes ont détecté de l'azote moléculaire dans l'espace interstellaire. Cette découverte due au satellite Far Ultraviolet Spectroscopic Explorer permettra de mieux comprendre la chimie du milieu interstellaire, à l'origine, faut-il le rappeler, des étoiles et des planètes. D'autre part, FUSE a pu étudier le résidu de supernova des Dentelles du Cygne (ou nébuleuse des Voiles) : ses données ont ainsi confirmé la faible distance de l'objet et sa grande densité.

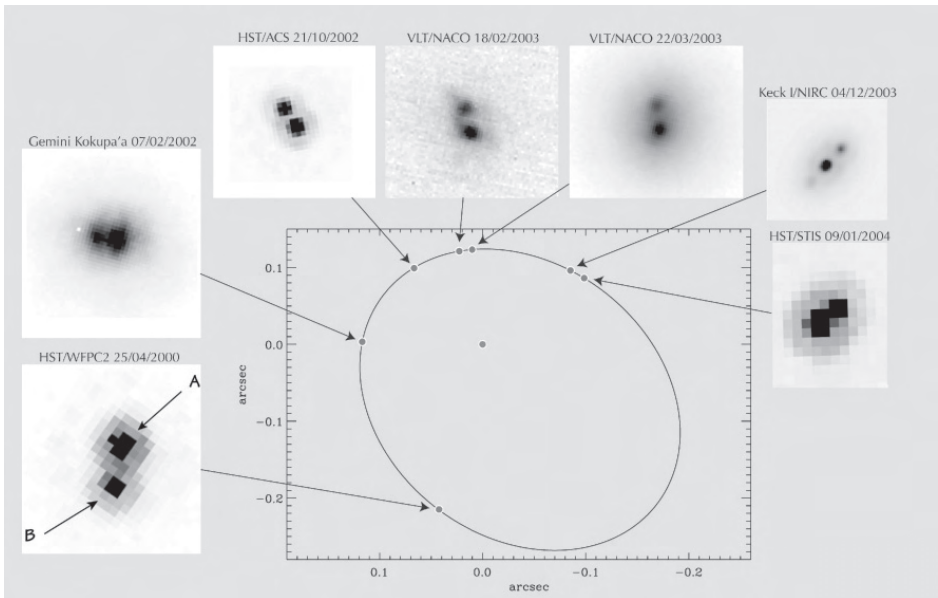
Peser une étoile froide.

En utilisant des télescopes au sol (tel le VLT) et des instruments spatiaux pendant 4 ans, une équipe internationale a réussi à mesurer la masse d'une étoile très froide (température de surface de 1800K à comparer aux 6000K du Soleil) et de son compagnon, une naine brune (cad une étoile ratée) : l'étoile froide a une masse de seule-



Une portion de la nébuleuse des Voiles en ultraviolet (NASA/FUSE)

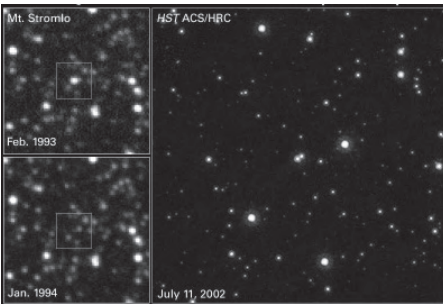
ment 8,5% de la masse solaire, et son compagnon seulement 6%. Dans les images obtenues par l'équipe en question, on peut voir distinctement les deux étoiles tourner l'une autour de l'autre.



Etoiles froides en orbite l'une autour de l'autre

Masse d'une étoile

Pour la première fois, des astronomes sont parvenus à mesurer la masse d'une étoile isolée autre que le Soleil. Normalement, la seule façon d'obtenir la masse d'une étoile est d'observer le mouvement orbital d'étoiles vivant en couple. Mais il existe une autre manière, bien plus compliquée, et qui repose sur l'effet de micro lentille gravitationnelle : lorsque la Terre, l'étoile et un astre lointain s'alignent fortuitement, la luminosité de l'astre lointain augmente brusquement. Les astronomes ont étudié un tel effet de micro lentille gravitationnelle qui a eu lieu sur un astre du Grand Nuage de Magellan en 1993. Depuis, cet astre lointain et l'étoile-lentille proche ont pu être séparés par le Hubble Space Telescope, ce qui a permis de déterminer la distance de l'étoile proche. Connaissant ce paramètre et le changement de luminosité par micro lentille, on a alors pu déduire la masse de l'étoile en question.



En haut à gauche, l'étoile du Grand Nuage de Magellan subit un effet de lentille gravitationnelle du fait d'une petite étoile proche. L'image du bas montre l'état normal du champ. A droite, le Space Telescope permet un zoom de la région et sépare les deux astres.

Trou noir record

On a découvert un trou noir lointain, datant des premiers âges de l'univers, et qui semble être si massif que l'on se demande comment il a pu gonfler autant et si vite. Il est situé au centre d'une galaxie particulièrement active, un « blazar ».

Naines brunes

La découverte d'un couple de naines brunes particulièrement écartées (240 fois la distance Terre-Soleil) indique aux astronomes qu'elles se forment comme les étoiles plus grosses, par effondrement gravifique d'un nuage interstellaire.

Sursaut gamma dans la Galaxie

Notre Galaxie a peut-être été « récemment », il y a quelques milliers d'années, le siège d'un sursaut gamma, l'une des explosion les plus violentes qui se produisent dans l'univers. C'est ce que laissent penser les observations X faites par le télescope spatial Chandra des restes de supernova formant la nébuleuse W49B. En infrarouge la nébuleuse présente la forme d'un tonneau dont l'axe, apparaissant en rayons X, est constitué de gaz chauffé à plusieurs millions de degrés et présente une forte abondance de nickel et de fer.

La nébuleuse aurait été créée par l'explosion d'une étoile massive, un « collapsar ». Ce phénomène crée un trou noir tandis que la matière centrale riche en fer et en nickel est expulsée sous forme de deux jets opposés. Ce modèle coïncide parfaitement avec les observations. Si l'axe des jets avait été dirigé vers nous, et si nos lointains ancêtres avaient disposé des détecteurs appro-

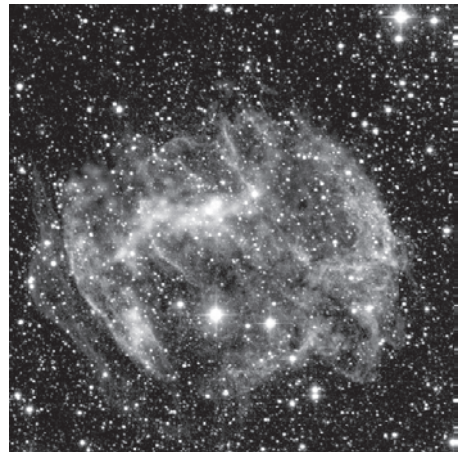
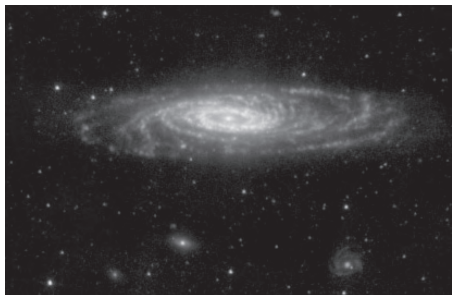


Photo composite de W49B réunissant les images X de Chandra et optique du Mont Palomar (Credit: NASA/CXC/SSC/J. Keohane et al.)

priés, ils auraient pu observer un sursaut gamma extrêmement intense. Ils ont certainement pu observer une belle supernova.

Une jumelle de notre Galaxie

NGC 7331, la première galaxie observée par le télescope spatial Spitzer dans le ca-



*La galaxie NGC7331 en infrarouge
(NASA/Spitzer)*

dre d'un nouveau survey en infrarouge, est sans doute très semblable à notre Voie Lactée. On voit clairement dans l'image en couleur (accessible sur le site <http://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA06322>) de cette galaxie jumelle les composantes (bras spiraux, bulbe central, etc.) que notre position au sein de la Voie Lactée nous empêche d'étudier directement.

Pour la petite histoire, notons que NGC 7331 a été découverte par William Herschel, le découvreur du rayonnement infrarouge.

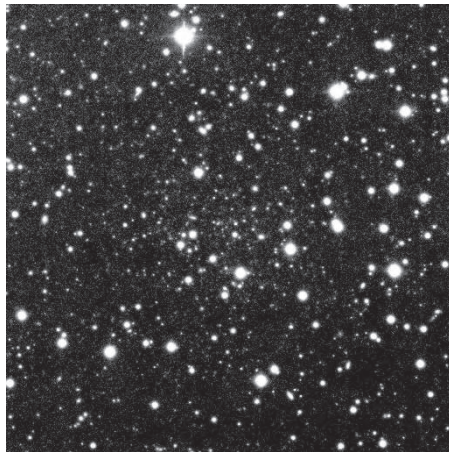
Masse des neutrinos

La masse des neutrinos et l'énergie noire seraient liées à la présence de particules encore plus furtives, les accélérans. Selon cette théorie, la masse du neutrino dépendrait de son environnement, et l'accélération de l'expansion de l'univers ne serait pas éternelle puisque les neutrinos finiraient par être trop écartés les uns des autres. L'avantage de cette théorie est de permettre des tests expérimentaux.

Un satellite de notre Galaxie

Le survey céleste SDSS a permis de décou-

vrir un nouveau satellite de la Voie Lactée. C'est une galaxie insignifiante, la plus faible connue à ce jour, située dans la constellation d'Andromède et proche de la célèbre galaxie M31. Elle est distante de deux millions d'années lumière et mesure 3000 années lumière de diamètre. L'existence de ce type d'objet est en accord avec l'hypothèse de la matière sombre.



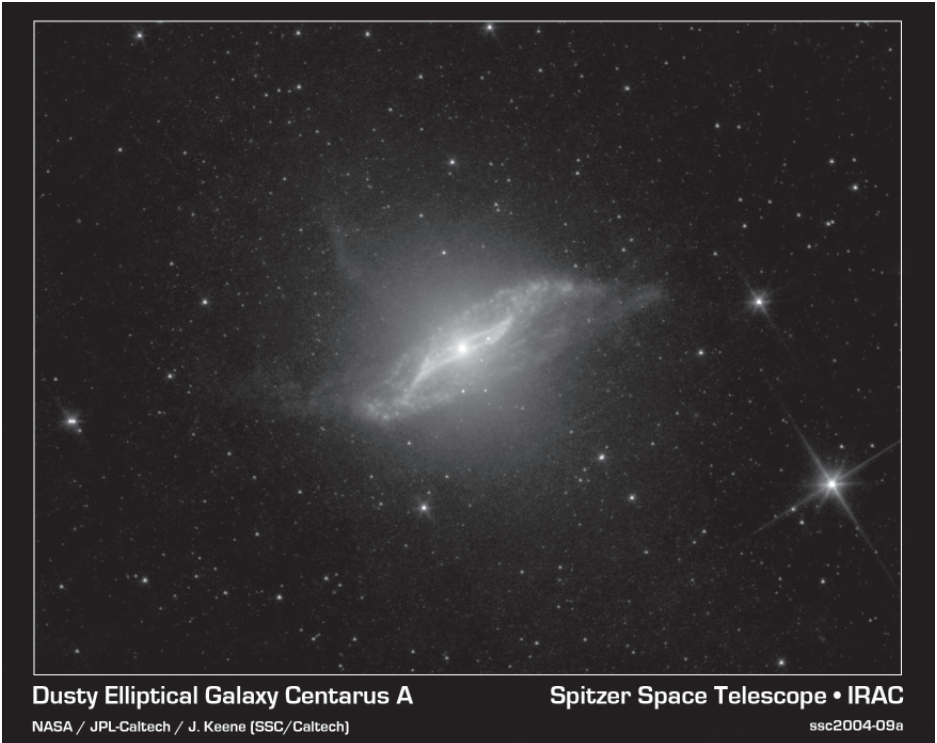
Andromeda IX est à peine visible dans ce champ stellaire photographié avec la caméra à grand champ de l'ING aux Canaries.

Vie sur Mars ?

Contrairement à certaines rumeurs, on n'a pas détecté d'ammoniac sur Mars. La présence de cette molécule n'aurait pu s'expliquer que par une origine biotique. Par contre on y a bien trouvé du méthane et de la vapeur d'eau. En l'absence probable de ruminants, la présence de méthane pourrait être le fait de sources géothermiques.

Rencontre intergalactique

Centaurus A est une galaxie assez active : elle est une puissante source radio, et l'on pense qu'elle cache en son sein un trou noir super massif. Elle a apparemment « avalé » une petite galaxie spirale il y a 200 millions d'années : les restes de cette dernière forment un parallélogramme autour du coeur de Centaurus A. Cette forme étrange peut s'expliquer simplement par la chute de la galaxie vers le coeur de Centaurus A.



La forme curieuse du centre de la galaxie Centaurus A est due à la rencontre d'une galaxie spirale et d'une elliptique. Le plan de la spirale se gauchit et se tord dans l'aventure. (Crédit: NASA/JPL-Caltech/J. Keene (SSC/Caltech))

Hawking change d'avis

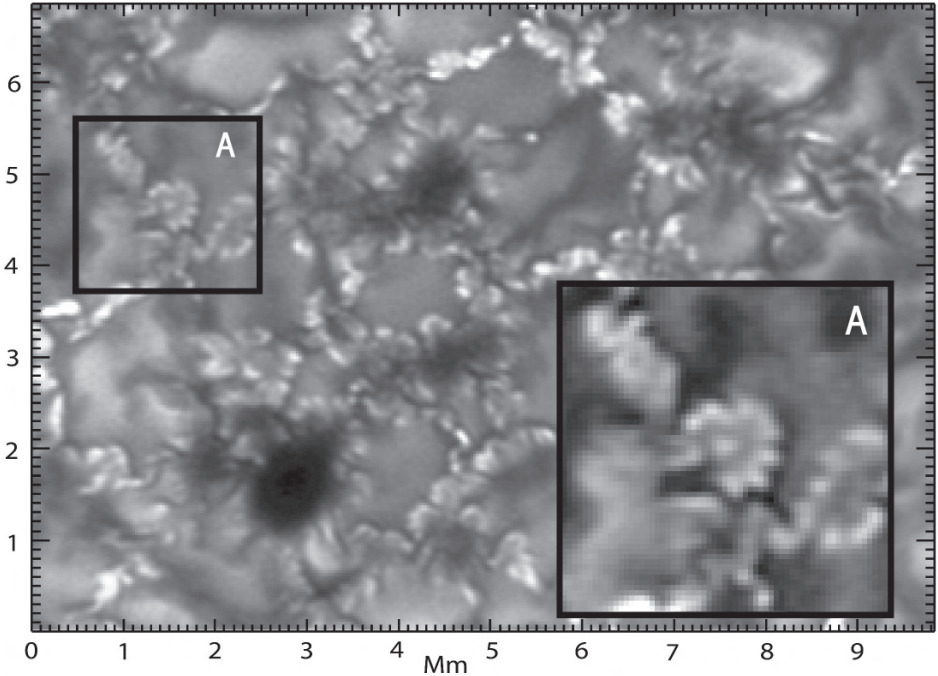
Un trou noir avalant tout ce qui se trouve à sa portée, et sans espoir de retour ? C'est ce que le célèbre Stephen Hawking pensait... mais il vient de revenir sur son idée de départ. En effet, sa théorie prédisait que toute l'information contenue dans les particules avalées par l'ogre noir était irrémédiablement perdue, ce qui contredisait les principes de mécanique quantique. Cette contradiction est connue depuis quelques dizaines d'années, mais Hawking viendrait de résoudre le paradoxe: de l'information pourrait s'échapper des trous noirs (grâce à leur fameuse évaporation découverte par... Hawking lui-même), et leur « horizon » (leur frontière) ne serait pas si bien définie. En avouant son erreur, Hawking va perdre... une encyclopédie (enjeu d'un pari fait avec un collègue américain concernant cette question).

Pollution lumineuse

Une des manifestations prévues pour célébrer l'année de la physique consistera en une vague lumineuse qui fera le tour de la Terre le 18 avril 2005. Cette opération médiatique n'a pas manqué de susciter l'inquiétude de défenseurs du ciel nocturne qui dénoncent ce gaspillage. En compensation une vague d'extinction a été proposée.

Sursauts gamma

Y a-t-il toute une gamme d'énergies entre les explosions classiques de supernovae et les prodigieux sursauts gamma ? C'est ce que laisse penser l'observation d'un sursaut assez faible le 3 décembre dernier.



Cette image montre des structures magnétiques brillantes de tailles diverses. La boîte A entoure une « fleur », une structure qui résulte de l'explosion d'un « pore ».

Spicules

Les spicules sont des petits jets de matière qui animent constamment la surface du Soleil. Elles ne durent que quelques minutes mais, à tout moment, elles sont une centaine de milliers à recouvrir la photosphère. Leur mécanisme de formation vient d'être expliqué grâce à une modélisation numérique complexe et à des observations à haute résolution prises depuis le sol et par des satellites spécialisés. Ce sont des ondes sonores qui crèvent par endroit la surface solaire, produisant ainsi des ondes de choc.

Le système solaire, une exception ?

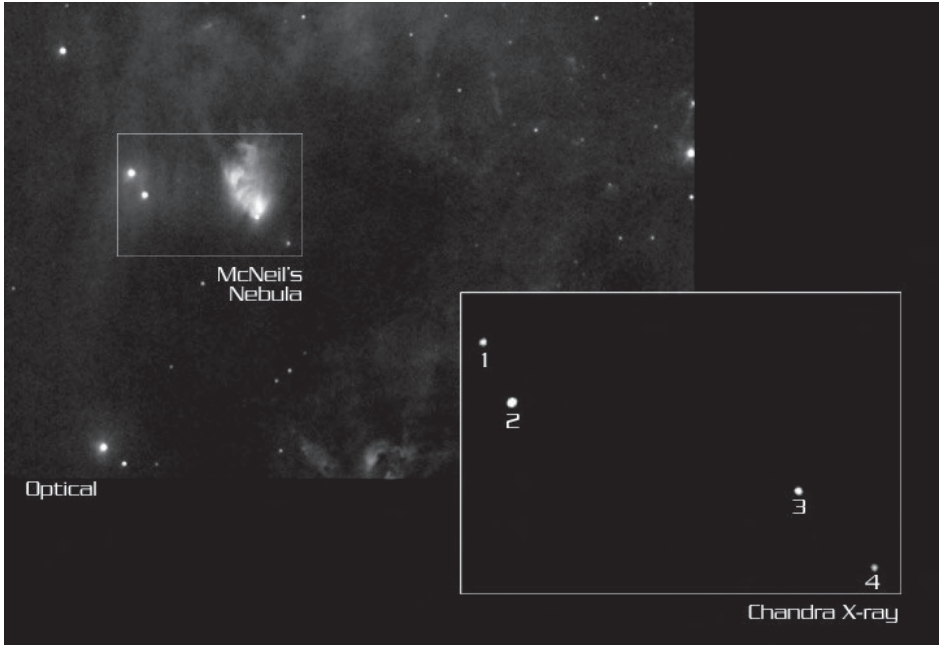
Les planètes extra solaires observées à ce jour se sont probablement formées de façon très différente de celle de notre système. Ce dernier est-il une exception, ou les observations actuelles défavorisent-elles ses semblables ?

Tau Ceti

Tau Ceti, (l'autre) étoile de type solaire la plus proche, est accompagnée de beaucoup plus de comètes et d'astéroïdes que notre soleil. Les collisions y sont donc plus fréquentes et les dinosaures n'y auraient pas fait long feu. Si ces conditions sont la norme, il faut supposer qu'un événement particulier a nettoyé notre système de ces dangereux vagabonds célestes.

Babar et l'antimatière

L'expérience BaBar menée à l'accélérateur de particules de Stanford a montré une forte asymétrie entre les comportements du méson B et de son antiparticule. Cette « violation CP directe » est probablement l'une des clés qui permettront de découvrir pourquoi la matière domine l'antimatière dans l'univers.



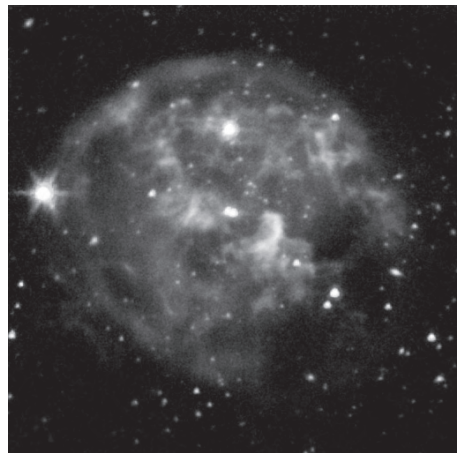
La nébuleuse de McNeil. L'illustration ci-jointe permet de comparer les images optique et X obtenues respectivement par le télescope spatial Chandra et l'observatoire de Kitt Peak. (Crédit: NASA/CXC/RIT/J.Kastner et al.; NSF/NOAO/KPNO/A.Block et al.)

Naissance d'une étoile

L'étoile variable découverte par l'amateur McNeil dans une nébuleuse de la constellation d'Orion se manifeste également par une forte activité dans les rayons X. On pense qu'il s'agit d'une nouvelle étoile de type solaire.

Anneau de poussières

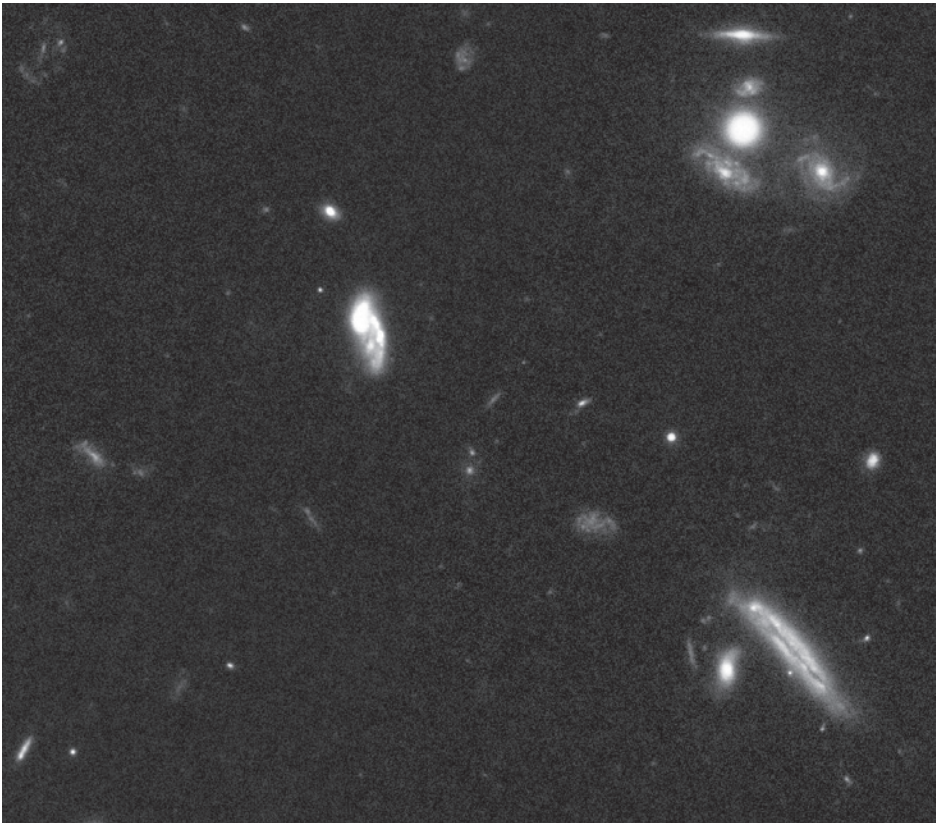
La vision infrarouge du télescope spatial Spitzer lui a permis d'observer un anneau de gaz et de poussières dans la nébuleuse planétaire NGC 246. Cette découverte inattendue devrait faire progresser notre connaissance des derniers instants des étoiles.



La nébuleuse NGC246 en infrarouge (NSA/Spitzer)

Vieilles galaxies

Le VLT de l'ESO a permis la découverte de quatre grosses galaxies elliptiques datant de dix milliards d'années. Elles ont dû se former lorsque l'univers n'était âgé que de 1,5 à 2,5 milliards d'années, soit bien plus tôt que ne le croyaient les astronomes.



Champ centré sur une galaxie nouvellement découverte de redshift 1,9. (ESO)