

L'astronomie dans le monde

Une moisson d'astéroïdes et une comète pour la NASA

Profitant de la crainte récemment suscitée, et soigneusement entretenue, d'un risque de collision de notre planète avec des astéroïdes de grosse taille, des programmes de surveillance du ciel se mettent en route aux Etats Unis comme en Europe.

Certains voient là un moyen de recycler les armements nucléaires existants. Quoi de plus noble que d'utiliser les missiles pour détruire ou dévier un astéroïde fou avant qu'il ne reproduise le scénario qui avait mis fin à l'ère des dinosaures il y a 65 millions d'années? Seule ombre au tableau, les promoteurs de cet argument ne pensaient pas le voir repris par certains pays pour justifier la poursuite ou l'intensification d'un programme de développement d'armes atomiques.

Il est difficile de comprendre l'urgence qu'il y a de prévenir un événement dont la probabilité est insignifiante : le nombre de victimes par chute d'astéroïdes au cours des derniers millénaires est tout simplement de zéro. Mais, peu importe, les astronomes seront ravis de constater que la surveillance du système solaire entraînera une belle moisson de découvertes et une connaissance exhaustive des petits corps orbitant autour du Soleil. Et cette moisson a déjà commencé!

Une nouvelle caméra électronique installée au sommet d'un volcan hawaïen, le mont Haleakala, a permis aux astronomes de la NASA de découvrir quatre « earth-crossing asteroids » (des astéroïdes dont l'orbite coupe celle de la Terre et qui peuvent donc parfois s'approcher dangereusement de celle-ci) et une nouvelle comète. La comète a été découverte par la caméra NEAT (Near-Earth Asteroid Tracking System) le 15 mars, et a été désignée 1996 E1. De seizième magnitude, on peut la considérer comme relativement brillante dans le cadre du programme de recherche de la NASA. Par contre, pour les amateurs elle est

hors de portée de l'observation visuelle, et déjà bien faible pour l'étude photographique et même pour un suivi par CCD.

Présentant une forte condensation centrale et une queue de 15 seconde d'arc, la comète a eu son périhélie à la fin mars, à une distance de 50 millions de kilomètre. Sa période, encore mal déterminée, est très longue, et son orbite est très inclinée sur l'écliptique.

Les astronomes considèrent la date de la découverte, les Ides de mars, comme de très bon augure pour un programme de recherche. De fait, quatre astéroïdes assez particuliers ont été découverts coup sur coup par la caméra NEAT : 1996 EN, 1996 EO, 1996 FR3 et 1996 FQ3. Tous sont intéressants à des titres divers. 1996 EN est grand (3 kilomètres). Son orbite est très inclinée sur l'écliptique (39°). Sa magnitude de 15,5 permettra de le suivre tout au long de l'année.

1996 EO a un diamètre d'un peu moins d'un kilomètre. Il ne risque pas de heurter la Terre, mais les responsables du projet ont soin de remarquer que de tels corps feraient des dégâts considérables s'il y avait une collision. Qui s'en serait douté?

1996 FR3 a la particularité de s'approcher très près du Soleil, bien en-deçà de l'orbite de Vénus. Peut-être voyons-nous là une comète éteinte après de nombreux passages près de l'astre du jour? Avec un diamètre de 100 mètres, 1996 FQ3 a une magnitude absolue de 21 (c'est la magnitude qu'il aurait s'il se trouvait à la fois à une unité astronomique de la Terre et du Soleil). Son orbite très allongée est peu inclinée sur l'écliptique (1°) et fait de cet astéroïde une cible potentielle idéale pour une mission spatiale.

Pendant ce seul mois de mars, la caméra NEAT a enregistré avec ces quatre objets la moitié des découvertes globales d'Earth-crossing asteroids, tous moyens confondus.

Deux des astéroïdes NEAT, 1996 EN et 1996 FR3 sont classés comme potentiellement dangereux, pouvant se rapprocher très fort de la Terre. Les astronomes de la NASA remarquent pertinemment que, puisque ces objets n'avaient jamais été vus auparavant, il y en a beaucoup d'autres qui restent à découvrir. C'est le but de NEAT et des programmes analogues.

NEAT ne se contente pas de découvrir des objets « dangereux ». Elle découvre aussi d'autres astéroïdes plus sages. Rien qu'en mars, premier mois où la météo a été favorable depuis sa mise en service en décembre 1995, NEAT a vu plus de 1000 astéroïdes. En tout, elle a enregistré 2400 astéroïdes dont 55% étaient encore inconnus. 200 d'entre eux sont maintenant suffisamment étudiés pour recevoir une dénomination définitive.

NEAT (qui équipe un télescope d'un mètre) va bientôt voir la surface de son détecteur quadrupler (4096 sur 4096 pixels) ce qui devrait se traduire par une augmentation correspondante des découvertes.

La recherche d'astéroïdes avec des caméras CCD est une technique à la portée des amateurs grâce aux moyens informatiques qui permettent aisément le repérage et la mesure de la position d'objets de magnitude élevée. L'identification des astéroïdes déjà connus peut s'obtenir par une simple connexion au réseau Internet. Le développement de caméras automatiques puissantes telles que NEAT risque cependant de couper l'herbe sous les pieds des amateurs en ratissant le ciel de façon systématique. Il en va de même pour les découvertes de comètes et novae qui pourraient bientôt échapper pour toujours aux amateurs.

Un astéroïde nous « frôle »

Est-ce pour contredire nos propos concernant les buts du projet NEAT (voir ci-dessus), toujours est-il que le 19 mai un astéroïde est passé à 450.000 kilomètres de la Terre. Sa magnitude était aux alentours de 11, ce qui doit en faire le plus gros astéroïde jamais observé aussi près de nous. Son mouvement parmi les étoiles était d'environ 7 secondes d'arc par

seconde. L'observation d'un tel mouvement a dû être un spectacle remarquable pour ceux qui ont pu être avertis en temps opportun.

Considérant la distance, malgré tout respectable, à laquelle il est passé de nous, et la rareté d'un tel événement, on peut conclure que les risques d'une collision avec un astéroïde de ce type sont faibles.

Nous n'avons pas d'estimations précises de la taille de l'objet, mais elle ne doit guère dépasser quelques mètres, ce qui, en cas de collision, n'aurait causé que des dégâts très localisés.

La découverte de l'astéroïde a été faite par T. Spahr de l'Université de l'Arizona le 14 mai, probablement sur un cliché à grand champ pris par un télescope Schmidt.

Oscillations stellaires ultra-rapides

Certaines étoiles, et parmi elles le Soleil, montrent des oscillations, des ondes affectant une plus ou moins grande portion de leur volume et permettant par là d'investiguer leur structure interne. De telles ondes viennent peut-être d'être découvertes dans des étoiles à neutrons, ces objets encore énigmatiques que l'on observe souvent sous l'aspect de pulsars.

Les pulsars sont une manifestation particulière des étoiles à neutrons, qui ne se présente que lorsque des conditions bien spéciales (âge, orientation, etc.) sont satisfaites. Plus généralement, les étoiles à neutrons restent invisibles à nos moyens de détections actuels. Elles peuvent cependant se manifester de façon indirecte lorsqu'elles se trouvent dans un système stellaire double ou multiple. Le mouvement de l'étoile visible obéit aux lois de la gravitation et peut conduire à la mise en évidence du compagnon invisible. D'autre part, de tels systèmes sont souvent la source d'émissions de rayons X qui sont produites par un courant de matière s'échappant de l'étoile « normale » et s'accumulant sur l'étoile à neutrons. Lorsque les conditions critiques sont atteintes, cet excédent de matière explose en un bref flash thermonucléaire observable en rayons X pendant quelques secondes.

C'est dans un tel système binaire, catalogué comme 4U 1728-34, dans la constellation du Sagittaire, que l'on a observé des fluctuations susceptibles d'indiquer des vibrations de l'étoile à neutrons. L'observation a été réalisée par le satellite « Rossi » X-Ray Timing Explorer (XTE) au moment précis où la binaire avait la bonne idée d'être dans une période active. Outre le faible fond habituel persistant de rayonnement X, plusieurs flashes ont été détectés. Une vibration quasi-périodique caractéristique était présente dans le rayonnement persistant. La périodicité de ce phénomène est très brève, moins d'un millième de seconde, confirmant par là des idées théoriques concernant la vitesse de variation des conditions physiques des étoiles à neutrons.

Des vibrations du même type, parfois encore plus rapides, ont été décelées dans d'autres sources, Scorpius X-1 et 4U 1608-52.

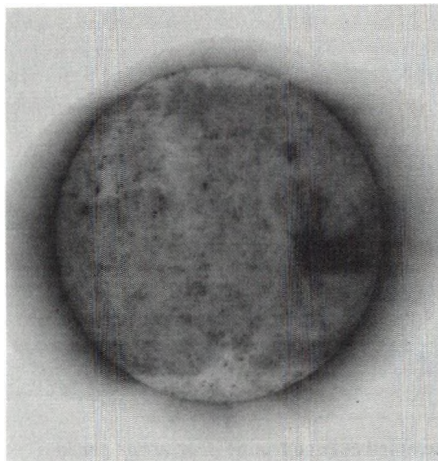
Il est cependant loin d'être établi qu'il s'agisse bien d'oscillations des étoiles à neutrons elles-mêmes. De la matière orbitant à quelques kilomètres au-dessus de la surface de ces étoiles aurait une période du même ordre de grandeur. D'autre part une périodicité supplémentaire d'1/363ème de seconde dans 4U 1728-34 pourrait très bien correspondre à la vitesse de rotation de l'étoile à neutrons.

Quel que soit le mécanisme responsable des ces fluctuations rapides, leur détection constitue un brillant succès pour le jeune satellite XTE, lancé le 30 décembre dernier.

Activité solaire inattendue et SOHO en pleine forme

Basé sur documents ESA

C'est un autre satellite astronomique tout récent, SOHO, qui a montré que le Soleil, durant son minimum undécennal, était en fait bien plus actif qu'escompté. Des mouvements de matière ont lieu en permanence et partout sur le Soleil. Et ce, même là où l'on s'y attendait le moins : dans les trous coronaux, ces zones immenses de très faible densité et de faible température.

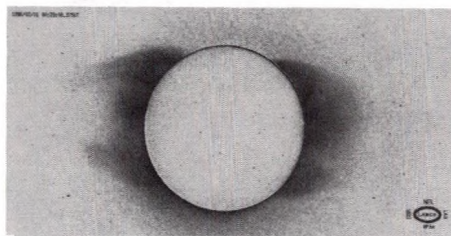


Le Soleil vu par la caméra EIT de SOHO dans l'ultraviolet très lointain, à la longueur d'onde de 28,4 nanomètres du fer ionisé 14 fois. On voit le début des « plumes » aux deux pôles.

(© Naval Research Laboratory, Washington; Max-Planck-Institute for Aeronomy, Lindau; Department of Physics and Space Research, University of Birmingham; Laboratoire d'Astronomie Spatiale, Marseille)

Les images prises par SOHO dans le domaine ultraviolet montrent la base des grandes « plumes » que l'on peut observer (lors d'éclipses par exemples) aux pôles du Soleil et qui s'étendent jusqu'à des dizaines de millions de kilomètres dans l'espace interplanétaire. Cette base est le siège de mouvements turbulents et de champs magnétiques intenses et variables. Ces phénomènes correspondent à une libération importante d'énergie et contribuent ainsi à l'échauffement de la couronne solaire jusqu'à des températures se chiffrant en millions de degrés.

Ces observations comblent les promoteurs du projet SOHO dont les buts sont précisément de trouver le mécanisme de chauffage de la couronne, celui de l'accélération du vent solaire et l'origine de l'activité superficielle du Soleil. Il sera important de vérifier si les plumes coïncident avec les poussées de vent solaire observées par la sonde Ulysse lors de ses passages aux pôles solaires en 1994 et 1995.



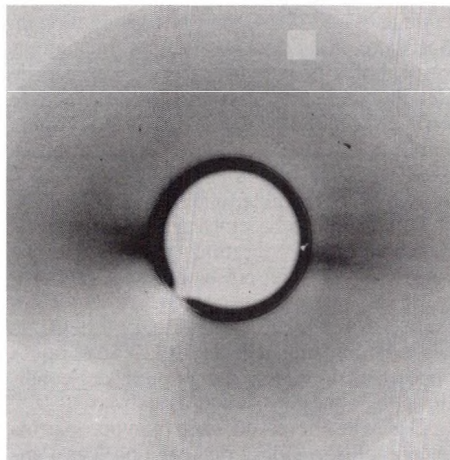
Le Soleil et la couronne proche vus par la caméra LASCO de SOHO dans le domaine visible, à la longueur d'onde de 530,3 nanomètres du fer ionisé 13 fois. Les régions équatoriales de la couronne sont les plus brillantes.

(© Naval Research Laboratory, Washington; Max-Planck-Institute for Aeronomy, Lindau; Department of Physics and Space Research, University of Birmingham; Laboratoire d'Astronomie Spatiale, Marseille)

La première des images ci-jointes (p 211), obtenue avec l'Extreme-ultraviolet Imaging Telescope (EIT) de SOHO, montre une série de plumes jusqu'à une hauteur de 150.000 kilomètres au-dessus de la photosphère. A leur base, les plumes ont une épaisseur d'une fois et demie le diamètre de la Terre. Un autre appareil, LASCO (Large-Angle Spectroscopic Coronagraph) donne, quant à lui, des images des plumes jusqu'à 30 rayons solaires, soit près de 20 millions de kilomètres.

Les équipes scientifiques de SOHO sont impressionnées par l'intense activité qu'ils observent jour après jour, alors que le Soleil se trouve dans la phase la plus tranquille de son cycle de onze ans. Pour les observatoires au sol, il apparaît aujourd'hui extrêmement calme.

Outre l'imageur, deux spectromètres et un coronographe (imageur de l'atmosphère extérieure) dans l'ultraviolet analysent sans cesse ces violents processus sur une large gamme de longueurs d'ondes.



Pour pouvoir être observée, la couronne plus lointaine demande l'utilisation d'un masque cachant le Soleil. Caméra LASCO, 530,3 nm.

(© Naval Research Laboratory, Washington; Max-Planck-Institute for Aeronomy, Lindau; Department of Physics and Space Research, University of Birmingham; Laboratoire d'Astronomie Spatiale, Marseille)

Les chercheurs qui travaillent avec les autres instruments de SOHO les utilisent pour explorer le Soleil de ses profondeurs jusqu'aux franges les plus lointaines du vent solaire. Ils ont pu voir que le Soleil présumé calme crache d'énormes masses de gaz dans l'espace. Ils ont repéré l'existence du trou creusé par le vent solaire dans le gaz interstellaire. Et ils ont détecté des courants de convection juste au-dessous de la surface visible du Soleil, la photosphère.

La sonde SOHO

Rappelons que SOHO est un programme mené en coopération internationale par l'Agence spatiale européenne et la NASA. Le véhicule spatial a été construit en Europe et ses instruments fournis par des chercheurs des deux côtés de l'Atlantique. La NASA a lancé SOHO le 2 décembre 1995, et fournit également les stations sol et le centre des opérations, près de Washington. Les premiers résultats sont d'autant plus remarquables que SOHO n'est arrivé à son point d'observation, à

1.500.000 de kilomètres de la Terre, qu'en février et que les opérations de commissionnement n'ont pris fin officiellement que le 16 avril dernier.

Tous les instruments scientifiques fonctionnent correctement. L'imageur des oscillations de la luminosité faisant partie de l'expérience VIRGO a certes connu des difficultés avec le couvercle de sa lentille : une fois ouvert, celui-ci a rebondi sur ses charnières et s'est refermé. Des commandes ont été mises au point afin de conférer une impulsion plus brève aux mécanismes d'ouverture. Transmises à SOHO en mars, ces nouvelles commandes ont résolu la difficulté. Le couvercle est resté ouvert depuis et l'imageur est désormais pleinement fonctionnel.

Signes annonciateurs d'une éjection de matière

Les images obtenues avec l'instrument LASCO, le coronographe de SOHO dans la lumière visible, montrent que le Soleil dégage dans le système solaire des milliards de tonnes de gaz sous forme d'une éjection de matière coronale. De tels phénomènes perturbent l'ensemble du système solaire et peuvent affecter l'environnement spatial de la Terre elle-même. Quoique le Soleil soit actuellement dans une phase relativement tranquille, des éruptions ont été observées par LASCO à deux reprises depuis que l'instrument a été mis en service. Des observations répétées pendant plusieurs heures à partir de la position privilégiée que SOHO occupe dans l'espace et où le Soleil ne se couche jamais ont produit des films impressionnants de ces événements.

La couronne solaire est le terme utilisé par les chercheurs pour définir l'atmosphère extérieure du Soleil et le coronographe masque la lumière éclatante provenant directement de la surface visible du Soleil afin de rendre cette couronne observable. LASCO a un champ de visée particulièrement étendu qui s'étend sur quinze fois le diamètre du Soleil de part et d'autre de celui-ci. Mais c'est un instrument composite, également capable d'observer l'atmosphère à proximité immédiate de la surface du Soleil. Ce pouvoir contribue déjà à l'interprétation par les chercheurs des mécanismes d'éjection en masse de la matière coronale.

Le chef de l'équipe de LASCO, Guenter Brueckner du US Naval Research Laboratory à Washington, observe le Soleil à partir de l'espace depuis de nombreuses années. Il est donc bien placé pour apprécier les résultats obtenus à ce jour avec SOHO.

« C'est, je crois, la première fois que nous pouvons voir le Soleil se préparer à une éjection en masse de matière coronale », explique M. Brueckner. « Dans les jours précédant un tel phénomène, de multiples boucles magnétiques apparaissent sur nos images de la couronne intérieure. Elles nous indiquent que le Soleil réorganise son champ magnétique. Il nous faut confirmer que cela déstabilise l'atmosphère du Soleil et provoque l'éjection de matière. Nous serions alors en mesure de donner l'alerte sur de futures éruptions solaires pouvant mettre en danger des satellites sur orbite basse, et même porter préjudice au système de distribution d'énergie électrique sur la Terre ».

Le trou dans la brise interstellaire

L'un des instruments de SOHO évite de regarder le Soleil, car cela l'éblouirait. Au contraire, SWAN parcourt tout le ciel autour du Soleil pour observer la lumière ultraviolette provenant des atomes d'hydrogène éclairés par le Soleil. Ces atomes sont amenés par un vent venant d'entre les étoiles, vent qui traverse en permanence le système solaire. Mais l'opposition du vent de particules chargées provenant du Soleil, le vent solaire, provoque la rupture des atomes incidents, si bien qu'ils n'émettent plus leur lumière ultra-violette dans sa longueur d'onde caractéristique. Il en résulte un trou dans la distribution de lumière dans le ciel, en aval du Soleil, par rapport à la direction d'arrivée du vent interstellaire.

La zone lumineuse la plus brillante se trouve vers l'amont, et plutôt bien au-dessus du plan de l'équateur solaire. Les chercheurs en ont conclu que le vent solaire soufflant des hautes latitudes du Soleil est moins puissant, au moins au cours de l'actuelle phase de repos du cycle d'activité de onze ans, que dans le plan de l'équateur, et que le vent solaire est plus puissant au Sud qu'au Nord.

La Terre est également visible sur ces cartes parce qu'un nuage d'hydrogène gazeux, dénommé « géocouronne », l'enveloppe et devient lumineux dans l'ultraviolet. La géocouronne pourrait entraver les observations du rayonnement interplanétaire par des satellites proches de la Terre. SOHO par contre voit la géocouronne de l'extérieur et sera en mesure de suivre les effets de l'activité solaire sur la haute atmosphère de la Terre.

« Dans la période de calme solaire que nous vivons, nos cartes du ciel témoignent clairement d'une situation de vent solaire accru le long de l'équateur du Soleil », explique M. Jean-Loup Bertaux du Service d'Aéronomie du CNRS, près de Paris, qui a la haute responsabilité de SWAN. « Nous sommes impatients de voir ce qui se passera lorsque le Soleil rentrera dans une phase plus active. Nous observerons alors d'importants changements de l'incidence du vent solaire sur le gaz interstellaire, révélés par des modifications des cartes du ciel. En attendant, nous travaillons un jour sur deux à des recherches particulières et, pour le moment, nous suivons à la trace la comète Hyakutake tandis qu'elle s'approche du Soleil. Lorsque des confrères me demandent pourquoi un véhicule spatial solaire devrait aussi étudier les comètes, je leur rappelle que le vent solaire a été découvert précisément en étudiant les queues de comètes ».

Cartographie des courants sous la surface du Soleil

SOHO réussit même à sonder l'intérieur du Soleil. Il le fait avec plusieurs instruments qui observent les oscillations de sa surface. Ils détectent des variations rythmiques de l'intensité de la lumière ou de sa longueur d'onde. Ces oscillations sont causées par des ondes sonores se réverbérant à travers le Soleil. Tout comme la sismologie dévoile la constitution de l'intérieur de la Terre en étudiant les ondes provoquées par les tremblements de terre, l'héliosismologie s'intéresse à ce qui se passe derrière les énigmes de la surface du Soleil.

Les spécialistes en héliosismologie de SOHO sont enchantés des premiers résultats. Ils comptaient bien tirer profit d'une plateforme stable dans l'espace d'où ils pourraient observer le Soleil sans être interrompus par des nuages ou le crépuscule, mais ce qui les a

surpris, c'est la clarté des signaux. Le bruit de fond que l'on attribuait précédemment au Soleil se révèle être dû à l'atmosphère de la Terre. SOHO trouve ainsi un avantage supplémentaire par rapport aux stations au sol.

MDI, l'imageur des oscillations solaires monté sur SOHO, observe à la surface visible du Soleil un million de points par minute. Il est capable de détecter des oscillations subtiles, de faible portée, dues aux ondes sonores ne pénétrant qu'à une faible profondeur à l'intérieur de l'astre. Et il a produit le premier profil des mouvements horizontaux des gaz juste au-dessous de la surface visible.

« Ce qui nous intéresse, c'est de pouvoir observer des flux peu profonds », a déclaré Philip Scherrer de l'Université de Stanford, Californie, responsable de recherche du MDI. « Les instruments au sol ont pu détecter des mouvements à une grande profondeur à l'intérieur du Soleil. Nous pouvons également le faire avec SOHO, mais désormais, nous disposons en plus du chaînon manquant avec les mouvements de la surface visible. Nous allons prochainement réaliser les premiers films de l'intérieur du Soleil. Et en faisant le rapprochement entre ce que nous y voyons et nos mesures des champs magnétiques de surface, nous pourrions nous attaquer à la solution du mystère de la naissance des taches solaires et de la raison pour laquelle elles se multiplient environ tous les onze ans ».

Vers le maximum solaire

Les observations faites à présent pendant la phase calme du cycle solaire, alors que les taches sont rares, constituent une excellente base pour des recherches ultérieures dans des conditions plus agitées et plus confuses. Celles-ci reviendront vers l'an 2000 au moment où le Soleil entrera dans sa phase d'activité maximale. L'aspect du Soleil se modifiera alors dans les instruments de SOHO, à mesure que le champ magnétique se déformera et se réaménagera, que les taches solaires se multiplieront et que les puissantes explosions deviendront fréquentes.

« Tout le monde est émerveillé par les résultats de SOHO », déclare M. Roger Bonnet, Directeur du Programme Scientifique à l'Agence spatiale européenne. « A la fin de la mission, nous connaissons le Soleil beaucoup

mieux que maintenant. Nous comprendrons aussi beaucoup mieux ce qui se passe dans les autres étoiles puisque le Soleil est celle que nous voyons le plus clairement. Nous pourrions alors, nous l'espérons, placer sur une base expérimentale plus solide beaucoup des hypothèses qui président à notre compréhension du comportement du Soleil dont les effets sont si importants pour notre vie sur Terre, qu'il s'agisse des orages magnétiques de courte durée ou des changements climatiques à longue échéance ».

SOHO observe le passage de Hyakutake au périhélie

La sonde solaire SOHO a observé la comète Hyakutake lorsque celle-ci s'est approchée à une trentaine de millions de kilomètres du Soleil, entre le 29 avril et le 6 mai. A ce moment la diffusion de la lueur solaire rendait toute observation au sol pratiquement impossible.

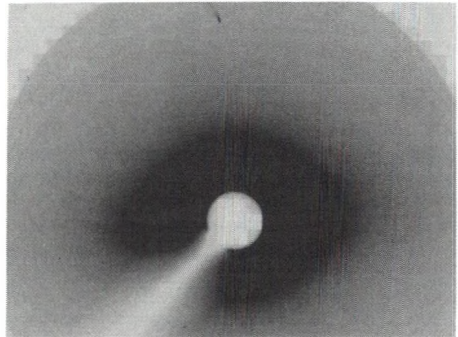
Lorsqu'une comète est aussi près du Soleil, l'interaction entre les deux astres augmente considérablement. Les images obtenues par le Large Angle Spectrometric Coronagraph (LASCO) montrent trois queues dont le comportement est sensiblement différent. Ces queues se distinguent par la nature et les dimensions des particules dont elles sont constituées. C'est ainsi qu'il y a deux queues de poussières se caractérisant par la taille des grains. Les poussières les plus lourdes suivent tout simplement le mouvement orbital sans être perturbées par la radiation solaire. Celle-ci est en effet d'autant moins efficace que le rapport masse/surface est petit. Les fines particules sont repoussées par la pression de rayonnement et forment ainsi une queue dirigée à l'opposé du Soleil. Finalement, la queue d'ions est régie par le champ magnétique du Soleil et les soubresauts du vent solaire.

Le film réalisé par LASCO montre les changements respectifs de l'orientation des queues au cours de la période d'étude. Les documents, et en particulier les animations,

peuvent être consultés sur le web au départ de l'adresse :

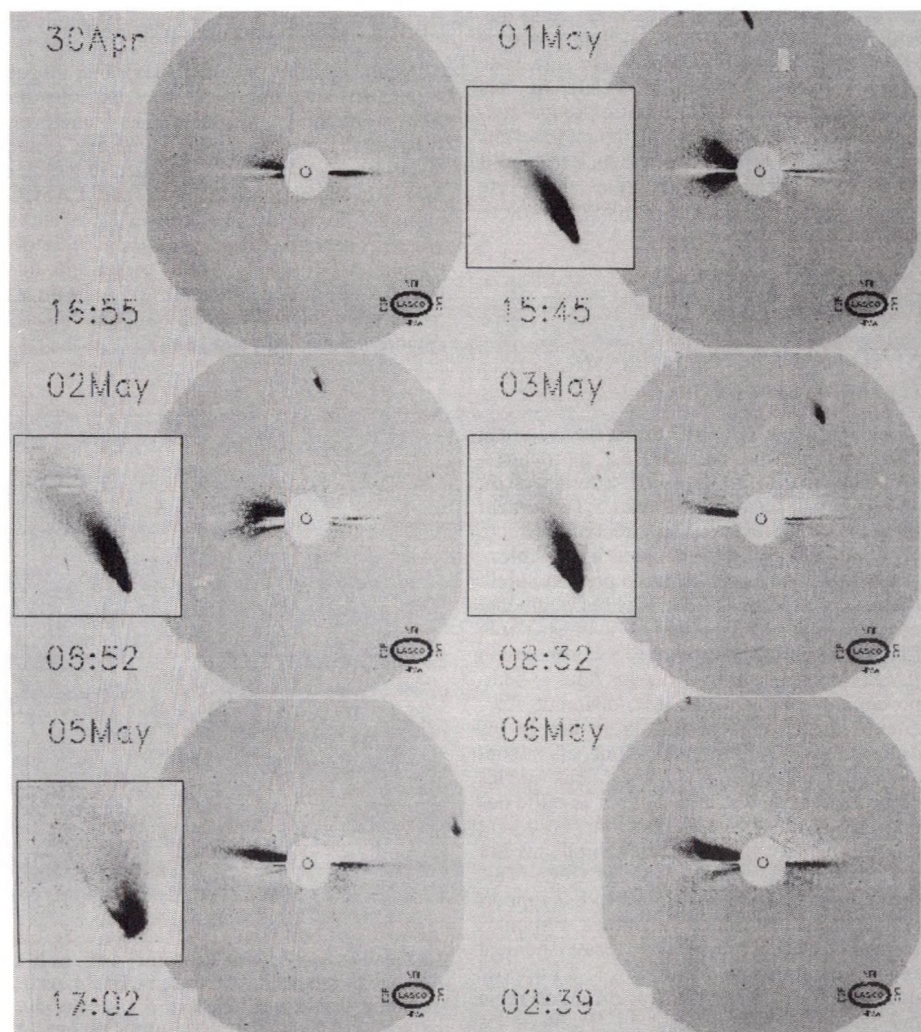
<http://lasco-www.nrl.navy.mil/b2-1996.html>

Nous reproduisons dans les deux pages suivantes tout d'abord six vues extraites du film montrant le passage de la comète et, simultanément, l'évolution complexe d'une éjection coronale. Celle-ci eut lieu le premier mai. Les documents obtenus par LASCO montrent le jet de matière se déplaçant à plusieurs centaines de kilomètres par seconde. Ensuite, à la page 217, nous présentons une mosaïque de quatre images de la comète prises en lumière bleue et montrant des phases caractéristiques du passage.



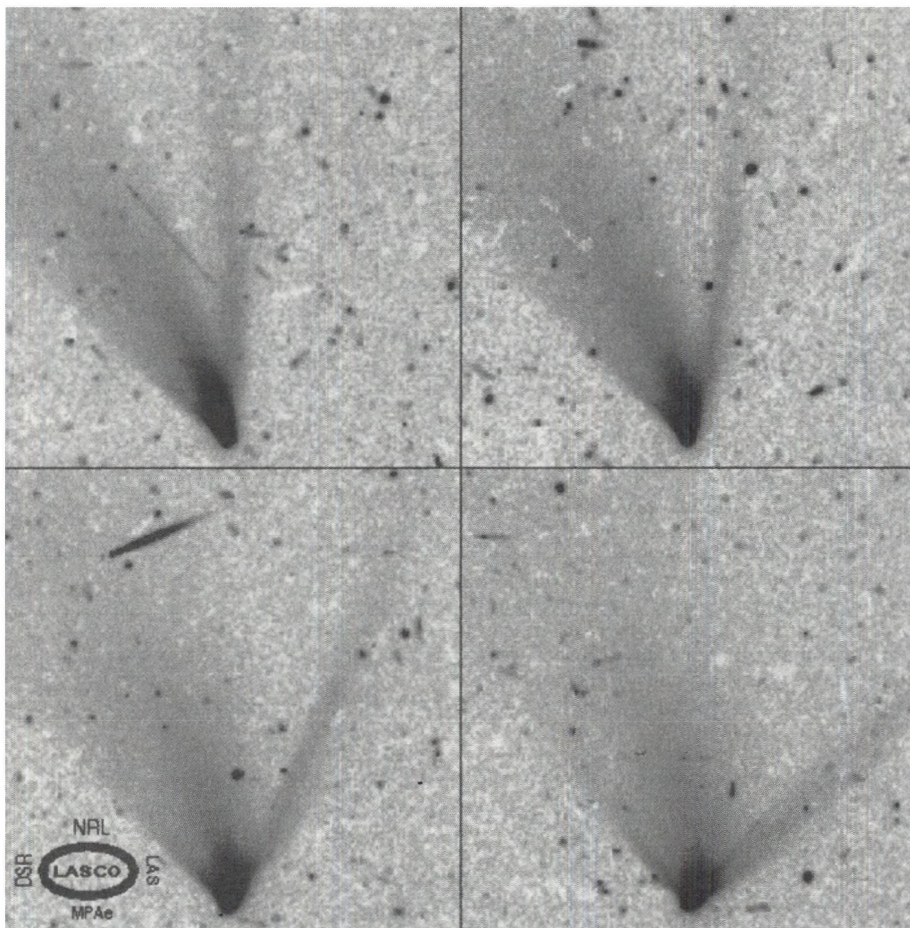
Le Soleil et la couronne lointaine sont vus le 1 mai par la caméra LASCO de SOHO dans le domaine visible, à la longueur d'onde de 530,3 nanomètres. La comète Hyakutake est entrée dans le champ et descend vers la droite.

(© Naval Research Laboratory, Washington; Max-Planck-Institute for Aeronomy, Lindau; Department of Physics and Space Research, University of Birmingham; Laboratoire d'Astronomie Spatiale, Marseille)



Extrait du film pris par SOHO/LASCO montrant le passage de Hyakutake au voisinage du Soleil. Les petits encarts sont des zooms sur la comète. Un jet coronal se développe le premier mai sur la gauche. Il reprend vigueur le 6 mai.

(© Naval Research Laboratory, Washington; Max-Planck-Institute for Aeronomy, Lindau; Department of Physics and Space Research, University of Birmingham; Laboratoire d'Astronomie Spatiale, Marseille)



Quatre phases du passage de la comète Hyakutake au voisinage du Soleil. Images prises dans le bleu par la caméra LASCO. On observe le comportement différent des queues.

(© Naval Research Laboratory, Washington; Max-Planck-Institute for Aeronomy, Lindau; Department of Physics and Space Research, University of Birmingham; Laboratoire d'Astronomie Spatiale, Marseille)

Un noyau de fer dans Io

On connaissait surtout le satellite Io pour ses éruptions volcaniques spectaculaires, mises en évidence par Voyager. Voici maintenant que la sonde Galileo, qui arpente le système de Jupiter, a découvert que le cœur de Io est occupé par un noyau géant de fer, s'étendant jusqu'à la moitié du rayon du satellite. C'est en analysant de façon précise les perturbations de la trajectoire de Galileo lors de son passage à proximité (900 km) de Io le 7 décembre 95 que l'on a pu déduire cette structure interne particulière en deux zones de densité très

différentes.

En outre, Galileo a probablement mis en évidence un champ magnétique propre à Io, une première astronomique! Cette conclusion provient de la découverte d'une perturbation locale, un « trou », dans le champ de Jupiter. Des mesures supplémentaires ont été effectuées par Galileo mais elle ne seront transmises qu'en juin ou juillet vers la Terre.

Les effets de marée exercés par Jupiter sur Io sont à l'origine de toutes ces particularités. La trajectoire de Io est perturbée par Europe et Ganymède ce qui modifie constamment l'intensité des forces de marée et donc de la

distorsion subie par Io. Le pauvre satellite est ainsi malaxé sans relâche ce qui donne lieu à la libération d'une importante quantité d'énergie interne par friction. La température est suffisamment haute pour fondre les roches en magma et produire le volcanisme observé. Le noyau dense s'est formé par la décantation des atomes lourds (fer) vers le centre du satellite.

Le plus grand télescope du monde a un jumeau

Le second télescope Keck vient d'être inauguré à l'observatoire de Mauna Kea (Hawaii). Alors qu'aucun des projets concurrents n'est encore en opération, les deux géants de 10 mètres constituent, et de loin, le plus formidable instrument d'observation de l'univers.

En plus de doubler le temps d'observation, la mise en service de Keck II permettra d'utiliser une plus large panoplie d'instruments (spectrographes, optiques active et adaptative). Il est prévu aussi de pouvoir combiner la lumière des deux télescopes en un seul foyer. Cela doublera évidemment la quantité de lumière recueillie, mais cela permettra surtout d'atteindre une résolution spatiale très élevée par des techniques d'interférométrie.

C'est dans ce domaine que la NASA a manifesté son intérêt pour cette paire de jumelles géantes dans le but de chercher des planètes autour d'étoiles proches. Si la technique se révèle intéressante, les Keck serviront de banc d'essai pour des interféromètres plus étendus qui devraient aller dans l'espace.

Eclairs vus du ciel

Un détecteur d'éclairs embarqué depuis un an sur un satellite a permis d'enregistrer un nombre impressionnant de décharges et de changer nos conceptions sur les conditions dans lesquelles elles se forment dans les orages.

Les fortes tempêtes ont tendance à développer des éclairs à l'intérieur des nuages lorsqu'elles sont encore en un stade de formation. Ces éclairs ne se détectent pas du sol mais bien de l'espace. Ensuite, lorsque la tempête évolue et se dissipe, des éclairs entre nuages et sol apparaissent. Ce sont surtout ceux-là que l'on détecte d'habitude. Mais il est alors trop tard pour diffuser utilement des prédictions.

L'observation depuis un satellite terrestre a en outre l'avantage de permettre de voir les éclairs en plein jour. Cette technique devrait assurer à l'avenir une meilleure prévision de l'évolution des fortes tempêtes.

Des images et des renseignements complémentaires peuvent être obtenus sur le web à l'adresse :

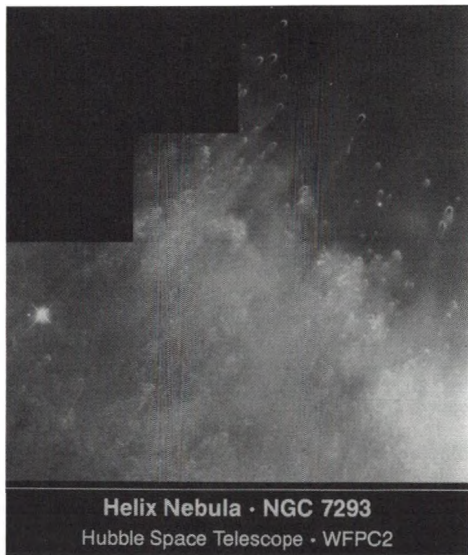
<http://www.ghec.mfsc.nasa.gov:5678/otd.html>

La nébuleuse Helix

La nébuleuse Hélix (NGC 7293) dans la constellation du Verseau est un test de qualité du ciel. Bien qu'étant la plus grande nébuleuse planétaire du ciel (15 minutes d'arc de diamètre, soit la moitié de la Lune!), son éclat est faible et l'observation visuelle demande les meilleures conditions de transparence et l'absence de pollution lumineuse.

Le nom de la nébuleuse est dû à sa ressemblance avec une hélice à deux spires, ou à deux anneaux croisés — apparence qui n'est révélée que par des photographies à longue pose.

Le faible contraste bénéficie de l'utilisation de filtres nébulaires qui isolent la lumière (les « raies ») des ions constitutifs du gaz lumineux. Dans ces conditions, les grands télescopes ont décelé des détails insoupçonnés, détails que le Hubble Space Telescope a pu récemment préciser.



Helix Nebula · NGC 7293

Hubble Space Telescope · WFPC2

Les grumeaux les plus visibles se forment au bord intérieur de l'anneau lumineux de la nébuleuse Hélix et montrent une queue pointant à l'opposé de l'étoile centrale. Un zoom d'une partie de l'image est donné en couverture 2 de ce bulletin.

(© NASA)

La nébuleuse Hélix était bien connue pour les curieux filaments radiaux visibles sur toute sa surface. Il était donc naturel que le HST aille regarder d'un peu plus près de quoi ils sont faits.

Ressemblant à des comètes, avec la queue dirigée à l'opposé de l'étoile centrale, les filaments sont le résultat de la collision d'une enveloppe de gaz en expansion avec des nuages éjectés auparavant — nuages qui seraient fragmentés en condensations plus ou moins irrégulières. Il faut savoir, en effet, que la formation d'une nébuleuse planétaire se fait en plusieurs phases s'étalant sur des milliers d'années, l'une des dernières éjections étant plus violente que les précédentes.

Le sort des grumeaux servant de noyaux aux pseudo-comètes est de s'évaporer totalement ou de se condenser en astres glacés qui échapperont à l'attraction de l'étoile pour errer indéfiniment dans la Galaxie. Si tel est le cas,

et si le phénomène se révèle assez courant, on pourrait avoir là une explication au moins partielle de la masse manquante dans l'univers.

Une galaxie primordiale

Les astronomes travaillant avec le Hubble Space Telescope se sont intéressés, en octobre 94, à un amas lointain de galaxies dans la constellation zodiacale des Poissons.

Cela n'aurait rien d'extraordinaire, si ce n'est que l'amas est situé exactement sur la ligne de visée d'une galaxie deux fois plus lointaine (vraisemblablement à une bonne dizaine de milliards d'années lumière). L'effet de lentille gravitationnelle que produit le champ d'attraction d'une masse aussi considérable dévie les rayons lumineux et déforme l'image de la galaxie lointaine. La distorsion est si forte que l'image est multipliée en un grand nombre de copies plus ou moins déformées — la déformation étant généralement en arc, et plus ou moins centrée sur l'amas.

Les plus brillantes de ces copies sont notées par de petites flèches sur le cliché figurant en couverture 3 de ce bulletin.

L'image originale de Hubble, en couleurs, est beaucoup plus spectaculaire car les galaxies de l'amas sont jaunes alors que la galaxie lointaine, et donc chacune de ses images, sont d'un bleu intense ce qui permet de les distinguer facilement.

En comparant toutes les images de la galaxie, on aperçoit de nombreuses similitudes. A une déformation générale près, la structure est assez bien conservée. On voit des taches blanches trahissant des étoiles jeunes, et des zones noires de poussières interstellaires. Tout ceci suggère que la galaxie est jeune et en phase de formation d'étoiles.

La constante de Hubble

L'un des buts principaux du projet de télescope spatial était la mesure de la constante d'expansion de l'univers dite « constante de Hubble ». Après six ans passés en orbite, cela reste une priorité du Hubble Space Telescope car, d'une part les mesures doivent être nombreuses et soigneuses et, d'autre part, le HST ne travaille pas vite et doit remplir d'autres tâches.

Les données commencent à s'accumuler, et il semble que l'on se dirige très lentement vers des conclusions plus définitives. Mais cela ne se fait pas sans mal.

Le sujet de la constante de Hubble a toujours été fort controversé. Avant le HST, et selon les méthodes utilisées, les astronomes arrivaient à deux ordres de grandeurs incompatibles, aux alentours de 50 ou 100 kilomètres par seconde et par mégaparsec. (Beaucoup de ces études dépendent de la magnitude intrinsèque attribuée à certains objets particuliers comme les supernovae ou les céphéides.) Si l'on n'était pas fervent partisan de l'une ou l'autre méthode il était raisonnable d'adopter la valeur moyenne de 75 comme meilleure approximation.

Les premiers travaux réalisés avec le HST semblaient bien donner raison à cette approche médiane. Utilisant cinq techniques différentes, les astronomes étaient arrivés à une fourchette s'étendant de 68 à 78 kilomètres par seconde et par mégaparsec.

D'autres évaluations continuent à favoriser une valeur plus haute, ce qui a le gros inconvénient de conduire à une estimation de l'âge de l'univers inférieure à l'âge de certaines étoiles! Par contre, les partisans d'une valeur faible ont trouvé dans leurs données HST de quoi déduire une valeur de 58 kilomètres par seconde et par mégaparsec.

Si la fourchette ne se réduit guère, l'apparition d'un groupe de mesures autour de la valeur moyenne « classique » donne quelques raisons d'être optimistes. Les astronomes du HST espèrent bien conclure leurs travaux à ce sujet d'ici deux ans.

* * *