

L'astronomie dans le monde

Identification d'une source d'éclairs X

D'après NASA Press Release PR93-20

C'est en regardant au cœur d'un amas globulaire distant de 28.000 années-lumière dans la constellation du Sagittaire que le Télescope Spatial Hubble a détecté la lueur d'une étoile double, source de violents éclairs en rayons X. Ces derniers étaient connus et intriguaient les astronomes depuis une vingtaine d'années, mais jusqu'ici on n'avait jamais réussi à voir dans le domaine optique l'astre qui en est responsable. La raison en est simple: la concentration des étoiles au sein des amas est si forte qu'on ne peut y distinguer depuis le sol que les astres les plus brillants. En outre les sources d'éclairs X, les "bursters", sont très bleues. La bonne résolution spatiale du Space Telescope, jointe à sa sensibilité dans le violet et l'ultraviolet lui ont permis de distinguer le burster au sein de la multitude des autres étoiles.

La brillance du burster dans l'ultraviolet est due à sa température élevée. A ces longueurs d'onde il domine toutes les autres étoiles du cœur de l'amas. L'identification de cet astre ultraviolet est confirmée par la coïncidence des coordonnées.

Le burster a été découvert dans les années 70 par le satellite Uhuru; il porte le nom 4U 1820-30 et n'est situé qu'à un dixième d'année-lumière du centre de l'amas.

Les bursters X fournissent des informations sur le phénomène d'accrétion de matière par des objets compacts au champ gravitationnel intense, comme les étoiles à neutrons et les trous noirs. On pense que ce mécanisme est à l'origine de l'énergie libérée par toute une série d'objets exotiques, depuis les sources X jusqu'aux quasars.

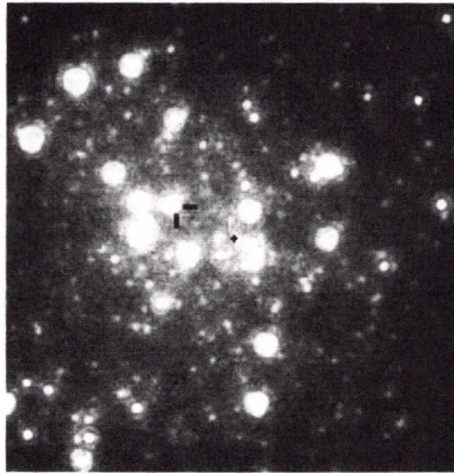
L'objet observé par le Space Telescope est une binaire dont une des composantes est une étoile à neutrons — résidu massif et

compact d'une étoile ayant explosé il y a très longtemps. Le compagnon est une étoile plus grosse, mais moins massive, une naine blanche — il s'agit ici également des restes d'une étoile, mais qui a évité l'explosion; elle a simplement épuisé son combustible nucléaire. La distance entre les étoiles est de 150.000 kilomètres, soit moins de la moitié de la distance Terre-Lune. Elles tournent l'une autour de l'autre en 11 minutes, ce qui fait de ce système binaire le plus rapide connu.

L'étoile à neutrons dévore peu à peu son compagnon plus gros, lui arrachant par gravité ses couches extérieures, essentiellement de l'hélium. La chute de ce gaz sur l'étoile à neutrons produit une émission X. L'hélium qui s'accumule à la surface de l'étoile à neutrons finit par atteindre une masse critique où une réaction nucléaire de fusion se déclenche spontanément. C'est là l'origine des éclairs X qui, pendant quelques secondes, dépassent de loin l'intensité de l'émission X continue.

Jusqu'à présent on connaît une trentaine de bursters X, la majorité d'entre eux se trouvant près du centre de la Voie Lactée. On en a identifié quelques-uns depuis le sol. Dans les amas globulaires, seuls des bursters assez éloignés du centre ont pu l'être. Ainsi le Hubble Space Telescope se révèle un instrument unique pour découvrir le pendant optique des bursters X dans les régions denses des amas d'étoiles. Outre le burster 4U 1820-30, le HST a observé une source X dans chacun des deux amas NBG 6712 et 47 Toucan.

Au cours de ces dernières années l'observation de pulsars en ondes radio dans des amas globulaires et celle par le HST d'un cœur très dense dans certains amas démontrent l'existence de mouvements violents, de collisions, de fusions d'étoiles, événements qui altèrent l'évolution stellaire de multiples façons dans ces systèmes.



La première image, prise en lumière ultraviolette par le Space Telescope montre une étoile dont l'éclat surpasse celui de toutes les autres au cœur d'un amas globulaire. Cette étoile est le burster X 4U 1820-30. Dans l'image du bas, en lumière bleue, le burster est beaucoup plus faible que les autres étoiles. Le centre exact de l'amas est indiqué par une croix. Le burster est pointé par les deux traits noirs. (NASA/ESA)

Voir aussi la belle illustration imaginée par Dana Berry en page une de couverture du présent bulletin (commentaires page 273).

Un noyau double pour la nébuleuse d'Andromède

D'après NASA Press Release PR93-18

La galaxie d'Andromède, M31, est bien connue des amateurs. Visible à l'œil nu, c'est la galaxie spirale la plus proche de la nôtre. On connaissait depuis longtemps l'existence d'une concentration d'étoiles en son centre, présentant un aspect parfaitement stellaire au télescope. On s'était cependant aperçu en 1986 que ce noyau ponctuel était légèrement excentré dans la galaxie: le vrai centre de M31 se trouvait à plusieurs années-lumière du noyau alors connu.

Les images du Hubble Space Telescope montrent maintenant qu'il y a un second noyau, plus faible, à l'endroit précis du centre de M31; ce serait le vrai noyau de M31. Peut-être le noyau brillant est-il un vestige d'une galaxie qui est entrée en collision avec M31 il y a très longtemps, et a fusionné avec elle? L'existence actuelle de deux noyaux demande la présence de trous noirs dans chacun d'eux, sinon ils se désintégreraient par effet de marée. Une autre possibilité est que la duplicité du noyau est due à un nuage obscur coupant en deux un seul amas central, mais ceci semble bien improbable.

M 31

The Andromeda Galaxy



40,000 LY

Ground View of Galaxy



2,000 LY

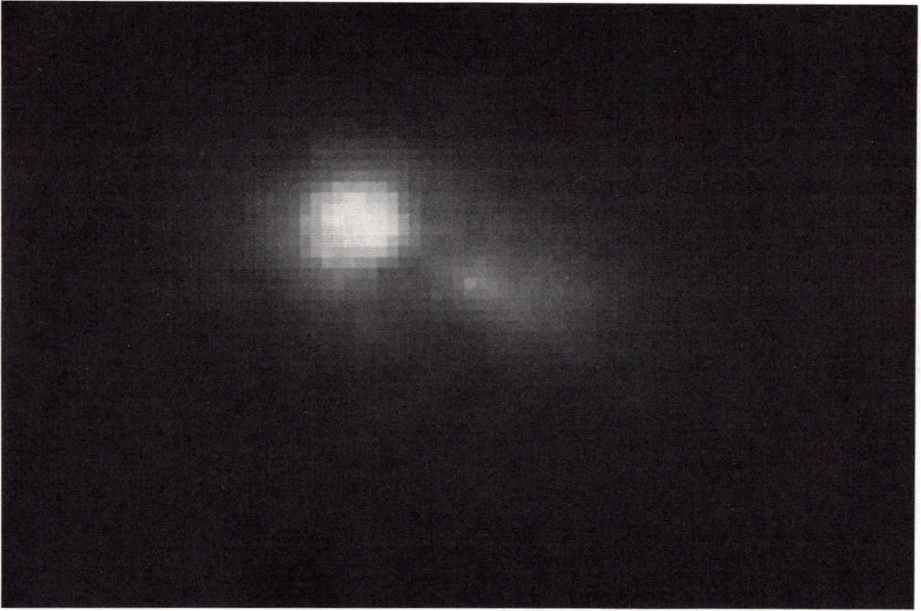
Ground View of Galaxy Core



40 LIGHT-YEARS

HST View of Galaxy Nucleus

De gauche à droite: une vue globale de M31 depuis le sol – une vue du centre depuis le sol également; on y voit le noyau classique – une vue des deux noyaux par le HST. (Cliché T.R. Lauer, NOAO et NASA)



Les deux noyaux de M31 par le HST. Chacun d'eux contient plusieurs millions d'étoiles, et peut-être un trou noir. Le champ total est de 40 années-lumière. Les deux noyaux sont séparés par 5 années-lumière. (Cliché T.R. Lauer, NOAO et NASA)

Un curieux objet d'Herbig-Haro : HH-2

D'après NASA Press Release PR93-9

Parmi les nébulosités particulières découvertes et cataloguées par les astronomes George Herbig (USA) et Guillermo Haro (Mexique) au début des années 50, l'objet HH-2 est resté énigmatique. Au lieu de la forme régulière habituelle et symétrique résultant de la propagation d'une onde de choc dans un nuage dense — un peu comme l'onde qui se forme devant la proue d'un navire — l'objet HH-2 présente l'aspect irrégulier visible sur l'image ci-après.

Les objets de Herbig et Haro sont la conséquence de la formation d'une étoile. A un certain moment de sa contraction à partir d'un nuage de gaz, l'étoile éjecte une importante quantité de matière. En raison de la présence d'un disque d'accrétion dans le plan équatorial, la matière éjectée est collimatée le long de l'axe de rotation. Il

se forme donc deux jets symétriques qui, en butant sur les résidus du nuage originel, produisent des ondes de choc où le gaz est chauffé à une centaine de milliers de degrés. Cet échauffement s'accompagne d'émissions lumineuses, les objets de Herbig-Haro.

HH-2 se trouve à une distance d'environ 1500 années-lumière, dans une région de la constellation d'Orion où l'on sait que se forment des étoiles nouvelles. Il se situe à l'extrémité d'un jet supersonique de gaz émis par une étoile distante d'une demi année-lumière. Cette étoile est enfermée dans un épais cocon de gaz et de poussières que seuls peuvent traverser les rayonnements infrarouges.

Le Space Telescope révèle dans HH-2 des structures fines dont les dimensions sont de l'ordre de quelques milliards de kilomètres, soit comparables à celles du système solaire. Ces structures résultent probablement de la fragmentation de l'onde de choc.



L'objet de Herbig-Haro HH-2 vu par le Hubble Space Telescope dans des longueurs d'onde de raies émises par l'hydrogène, l'oxygène et le soufre. Le champ de l'image couvre 11 secondes d'arc de large, soit 800 milliards de kilomètres environ. Les plus petits détails mesurent de l'ordre de 5 milliards de kilomètres, à peu près la taille du système solaire. Les objets de Herbig-Haro sont la manifestation de processus physiques se déroulant dans les premiers stades de l'évolution stellaire. (Cliché NASA)

La nova du Cygne de 1992

D'après ESA Note d'Information 27-93

Le télescope spatial Hubble a permis aux astronomes d'observer à un moment particulièrement précoce l'expansion rapide de l'enveloppe de gaz émise par la nova du Cygne 1992, l'une des plus brillantes novae de ces dernières décennies. C'est le pouvoir séparateur du Space Telescope qui a permis cette prouesse. Habituellement une telle enveloppe ne peut s'observer qu'au bout de cinq ans ou plus. Dans le cas de Nova Cygni 1992, l'enveloppe est si jeune que l'observation constitue pratiquement un enregistrement des conditions initiales de l'explosion. Lorsque l'enveloppe pourra

être distinguée depuis le sol, elle aura été déformée et contaminée chimiquement par la rencontre avec le milieu interstellaire.

L'image prise par la caméra FOC fait apparaître une structure annulaire remarquablement circulaire, mais présentant de légères protubérances. Cet anneau constitue la partie extérieure de l'enveloppe de gaz chauds. Son diamètre est de 0,26 seconde d'arc, soit soixante milliards de kilomètres ou 400 Unités Astronomiques (1 UA = rayon de l'orbite terrestre), cette dernière évaluation ayant été obtenue à partir de la vitesse d'expansion déterminée par des mesures au sol et le diamètre angulaire. Cette nova est à une distance de 10.430 années-lumière.

L'explosion a laissé une trace surprenante

sous la forme d'une structure linéaire inattendue qui s'étend sur la partie centrale de l'anneau. Les astronomes estiment qu'elle matérialise l'orbite des deux étoiles constituant le système binaire. Selon une autre hypothèse, cette barre serait produite par des jets de gaz jumeaux éjectés par l'étoile et observés sur la distance qui la sépare de l'enveloppe.

Le phénomène de nova se produit dans un système binaire lorsque l'une des deux étoiles est normale, et l'autre une naine blanche, résidu compact (ayant en gros les dimensions de la Terre) d'une étoile de type solaire. La naine blanche, ayant un puissant champ gravifique, "aspire" l'enveloppe de sa compagne. Cette matière s'accumule à la surface de la naine blanche et finit par y produire des réactions nucléaires de fusion (cf. le cas du burster X 4U 1820-30, discuté dans ces colonnes).



Nova Cygni 1992 observée par le Hubble Space Telescope. L'image a fait l'objet d'un traitement important par ordinateur afin d'atteindre cette résolution. (Cliché NASA)

La surface explose alors comme une gigantesque bombe à hydrogène en libérant en quelques instants autant d'énergie que le Soleil n'en produit en 1000 ans. Pendant que les gaz chauds forment une enveloppe en expansion autour des deux étoiles, celles-ci

continuent leur mouvement orbital. Il devrait alors se développer un épais disque de gaz englobant l'orbite. La barre observée serait la marque de ce disque.

Lorsqu'elles sont observées au moyen de télescopes au sol, les enveloppes des novae plus anciennes, déformées par leur expansion dans le milieu interstellaire, sont ténues et difficilement détectables. Les observations faites au moyen du télescope spatial ont l'avantage de permettre d'étudier la dilatation de l'enveloppe dès les premiers instants d'une nova.

L'observation de cette évolution permettra également de mieux comprendre de quelle façon les éléments lourds, produits dans l'enveloppe d'une étoile, sont éjectés dans l'espace. Les novae enrichissent le milieu interstellaire en éléments comme l'oxygène, le carbone et le silicium, constituants fondamentaux de futures planètes et de la vie.

Hipparcos : mission accomplie

D'après ESA Note d'Information 37-93

Après plus de trois années d'un service efficace et fructueux, les communications avec le satellite scientifique Hipparcos de l'Agence Spatiale Européenne ont été interrompues le 15 août dernier.

C'est en août 1989 qu'avait été lancé ce satellite, entreprise purement européenne et première expérience spatiale vouée exclusivement à la mesure précise de la position, de la distance et du mouvement propre des étoiles. Alors que sa durée de vie opérationnelle était de deux ans et demi, plus de trois années de données de haute qualité ont finalement été rassemblées, et les objectifs scientifiques initiaux de la mission ont été atteints dans leur intégralité (voir les articles parus dans *Le Ciel*).

Au cours des derniers mois de son exploitation, l'environnement fortement radiatif auquel Hipparcos avait été exposé avait altéré les systèmes de bord, et le satellite ne disposait plus que de deux des trois gyroscopes dont il avait normalement besoin. Grâce à un remaniement approfondi des équipements de bord et au sol, on a réussi

à poursuivre les opérations. Tout était même prêt pour faire fonctionner le satellite sans gyroscope du tout, et les premières données "sans gyro" avaient d'ailleurs été acquises. Une panne de liaison avec les ordinateurs de bord, le 24 juin, mit fin au flot incessant de données (24.000 bits par seconde) qui étaient transmises vers la Terre depuis le lancement d'Hipparcos. Toutes les tentatives qui furent faites par la suite pour poursuivre l'exploitation se révélèrent vaines, et l'exploitation du satellite s'arrêta définitivement.

Hipparcos a engrangé une gigantesque moisson de données scientifiques. Même si l'analyse de celles-ci n'est pas encore achevée, il est clair que la mission fut un succès absolu.

On connaît maintenant les positions de plus de cent mille étoiles avec une très grande précision, les mesures de distances sont — dans bien des cas pour la première fois — d'une grande exactitude, et l'on a pu déterminer les mouvements de nombreuses étoiles.

La précision du catalogue Hipparcos, qui devrait être achevé en 1996, sera sans précédent, de l'ordre de 10 à 100 fois meilleure que ce que fournissaient les observatoires au sol : on atteint maintenant un ou deux millièmes de seconde d'arc ! Un autre catalogue, dénommé Tycho, comptera plus d'un million d'étoiles complémentaires.

Les mesures seront moins précises, bien que meilleures que celles obtenues du sol.

Ces deux catalogues présenteront un très vif intérêt pour les astronomes qui cherchent à comprendre et à décrire les propriétés des étoiles, leur évolution et leurs mouvements dans la Galaxie.

Hipparcos a également découvert des milliers de nouveaux systèmes d'étoiles doubles, mesuré avec précision les variations lumineuses de centaines de milliers d'étoiles, et contribué à confirmer de façon précise les prévisions de la théorie de la relativité générale.

Rappelons que le satellite Hipparcos a connu de gros problèmes au début de sa carrière. Au lieu de l'orbite géostationnaire initialement prévue, il a dû se contenter de suivre une orbite très elliptique, le ramenant toutes les dix heures à 500 kilomètres du sol, en raison de la défaillance du moteur d'apogée. C'est cette orbite imprévue qui l'a soumis à d'importantes doses de radiations (électrons et protons) de haute énergie. Réussir à maintenir le satellite opérationnel dans de telles conditions, et adapter les méthodes de traitement des données à la nouvelle orbite tenaient de la gageure. Mais le défi a été relevé avec panache. Les résultats d'Hipparcos marqueront une étape décisive pour la connaissance de la Galaxie et seront un héritage sans prix pour les futures générations d'astronomes.

* * *