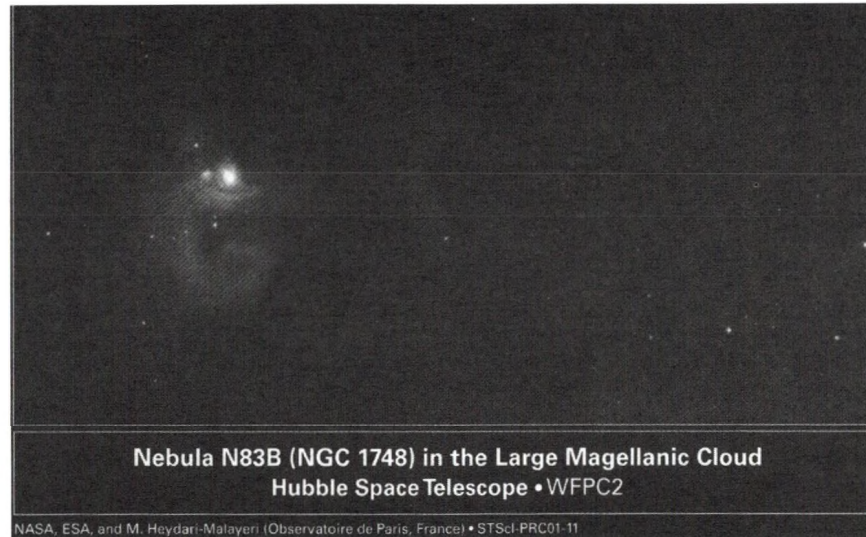

L'astronomie dans le monde

Les étoiles massives nouvellement nées secouent leur berceau

*Crédit : ESA, NASA, M. Heydari-Malayeri
(Observatoire de Paris)*

Le télescope spatial Hubble a fait progresser de façon significative notre connaissance de la formation stellaire dans les galaxies lointaines. En fait, la majorité des étoiles observées dans l'Univers sont nées il y a plusieurs milliards

d'années, lorsque l'Univers était encore jeune. Cependant de nouvelles étoiles se forment encore tous les jours! Cette image de la nébuleuse N83B, obtenue par le télescope Hubble, montre une région de formation stellaire intense dans le Grand Nuage de Magellan. Cette galaxie, la plus proche de la nôtre, est située à 165 000 années-lumière de nous; elle est observable à l'œil nu dans l'hémisphère austral.



Composite de trois images de N83B obtenues dans des filtres à bande étroite isolant les émissions de l'hydrogène et de l'oxygène ionisés, par la caméra WFPC2 de Hubble en mai 2000. La taille de l'image est de 133 x 66 arc-secondes, ce qui correspond à 108 x 55 années-lumière à la distance du Grand Nuage de Magellan.

Les étoiles massives et très lumineuses que nous observons dans cette région viennent juste de quitter le nuage moléculaire qui leur a donné naissance. Ces étoiles ne sont pas faciles à observer. D'une part elles sont peu nombreuses et évoluent très rapidement à cause de leur forte masse. D'autre part elles passent une grande partie de leur trop courte vie enfouies sous d'énormes quantités de poussière et cachées à la vue. Nous avons ici l'occasion de les observer juste à la sortie de leur cocon de poussière.

Des astronomes Français, Américains et Allemands ont utilisé le télescope spatial Hubble pour étudier le jeu fascinant entre le gaz, la poussière, et les étoiles nouvellement nées dans la région N83B du Grand Nuage de Magellan. Pour la première fois la structure étonnante de cette région a été « dévoilée ». La haute résolution angulaire du télescope spatial a permis de détecter individuellement les étoiles qui excitent ce nuage de gaz. L'étoile située au centre même de la nébuleuse principale (sous la petite région la plus brillante) est environ 30 fois plus massive que le Soleil et 200 000 fois plus lumineuse. Le rayonnement de cette étoile et le puissant vent qu'elle émet ont balayé le gaz environnant et creusé une grande cavité dans le gaz ionisé. Cette "bulle" a environ 25 années-lumière de diamètre, soit la même dimension que la Nébuleuse d'Orion, une région de formation stellaire Galactique bien connue, contenant de nombreuses étoiles jeunes très massives. Les astronomes pensent que cette bulle est très jeune, à l'échelle astronomique, peut-être 30 000 ans (mais elle se serait alors formée il y a quelques 200 000 ans, à l'époque où l'homme de Néandertal faisait son apparition sur Terre!).

L'étoile la plus massive de N83B, située au cœur de la région la plus brillante, est 45 fois plus massive que le Soleil. La petite nébuleuse compacte qui l'entoure a seulement deux années lumière de diamètre. Sa très petite taille et sa forte brillance indiquent que l'étoile qui l'illumine est très jeune et massive. L'image du télescope Hubble montre une structure fine en forme d'arc s'étendant entre la petite nébuleuse brillante et l'étoile illuminant la bulle. Cette structure résulte probablement de la rencontre des vents émis par ces deux étoiles très massives.

L'âge estimé pour l'étoile au centre de la petite nébuleuse brillante et pour ses voisines montre que ce sont les étoiles les plus jeunes de la région. Il est probable que leur formation a été déclenchée par le vent très violent émis par l'étoile centrale de N83B. Ces formations stellaires "en chaîne" semblent un phénomène courant dans l'Univers. Une vingtaine d'étoiles jeunes et lumineuses ont été détectées dans cette région, et il est très probable que de nombreuses étoiles massives restent non détectées dans d'autres parties du Grand Nuage de Magellan, au sein de petits amas enfouis dans la poussière comme N83B.

La nébuleuse diffuse, partiellement obscurcie par un filament de gaz et de poussière, que nous observons à droite de l'image est DEM22d.

Première observation de la matière sombre

La matière sombre constitue l'une des énigmes de l'astronomie contemporaine — énigme qui, comme bien d'autres, avait été mise en évidence par le grand astronome suisse Fritz Zwicky. En étudiant la vitesse de rotation des galaxies, il avait pu montrer que les forces de gravitation étaient beaucoup plus intenses que celles que devaient générer les astres visibles. Les galaxies tournaient trop vite. Plus tard, lorsque l'on fut à même d'analyser les spectres des régions périphériques des galaxies spirales et d'y mesurer les vitesses, on s'aperçut vraiment de l'ampleur du phénomène. La masse ainsi estimée des galaxies était des dizaines de fois trop grande. On conclut que 95 pour cent de la masse d'une galaxie comme la Voie Lactée est cachée.

Toutes sortes d'explications ont été émises, depuis l'existence d'astres obscurs, les MACHOs (Massive Compact Halo Objects) jusqu'aux particules les plus exotiques, surnommées génériquement WIMPs (Weakly Interacting Massive Particles).

Détecter les WIMPs n'a rien d'évident. Par contre, les MACHOs peuvent se révéler par un autre aspect de leur champ de gravitation, le phénomène de lentille gravitationnelle, lorsqu'il passent près de la ligne de visée d'une

étoile plus lointaine. La luminosité de celle-ci est affectée durant le « transit » et montre une variation très caractéristique.

Plusieurs MACHOS ont été ainsi détectés et l'étude des courbes de lumière a conduit les astronomes à soupçonner que ces astres invisibles pouvaient être des étoiles « naines blanches », c'est-à-dire des étoiles dont le foyer central s'est éteint. Ce sont des cendres dont l'éclat — blanc ou bleuâtre — baisse inexorablement au cours du temps. En grand nombre, ces étoiles mortes pourraient constituer tout ou partie de la matière sombre de l'univers. Mais ce n'était pas la seule explication possible pour les MACHOS.

Pour en avoir le cœur net, les astronomes se sont mis à la recherche de ces naines blanches. En effet, comme leur nom l'indique, elles ne sont pas absolument obscures. Même après des milliards d'années elle rayonnent encore faiblement. Si la Galaxie en regorge, on doit en trouver partout, y compris au voisinage du Soleil. Les étoiles proches du Soleil sont faciles à déceler si l'on dispose d'images d'une même région du ciel prises à quelques années d'intervalle. Les étoiles proches se seront déplacées de façon très appréciable.

C'est en procédant de cette façon que l'on a découvert une quarantaine de naines blanches, proches, et faiblardes. Leurs spectres ont confirmé qu'il s'agissait d'objets très âgés. En extrapolant à toute la Galaxie, on arrive à la conclusion que le tiers de la masse cachée peut être sous la forme de naines blanches.

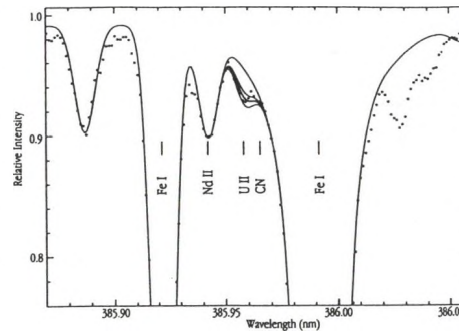
Outre son intérêt exceptionnel pour l'explication de la masse des galaxies, cette découverte d'une population d'astres fossiles, vestige d'une très ancienne génération d'étoiles, est d'une grande importance astrophysique.

L'âge de l'univers

Les astronomes ne le connaissent pas encore avec précision, mais de récentes indications permettent de lui donner une nouvelle limite inférieure. On a pu mesurer pour la première fois la quantité d'uranium 238 dans une étoile de notre Galaxie, CS 31082-001. Cette étoile présente la particularité d'avoir un spectre étonnamment riche en éléments exotiques, en

particulier le thorium et l'uranium, éléments qui permettent une datation, un peu à la manière du carbone 14.

Grâce à la puissance des télescopes du Cerro Paranal, au Chili, on a pu mesurer les faibles raies de l'uranium dans CS 31082-001 et en déduire un âge de 11 à 16 milliards d'années avec comme valeur la plus probable 12,5 milliards d'années. En principe l'univers est donc plus âgé que cela.



La mesure de l'uranium dans le spectre de CS 31082-001 peut donner l'âge de l'étoile. (Crédit ESO)

Le bruit cosmique X

Le télescope spatial Chandra opérant en rayons X, et le VLT du Cerro Paranal ont réalisé une étude du bruit de fond cosmique X. Un petit champ du ciel austral a été étudié de façon très poussée, avec des poses extrêmement longues dans les deux domaines des ondes électromagnétiques.

L'effort conjoint a permis d'identifier sur les images optiques (visibles et infrarouges) la plupart des objets détectés par le satellite Chandra et d'en déterminer la nature par la prise de spectres.

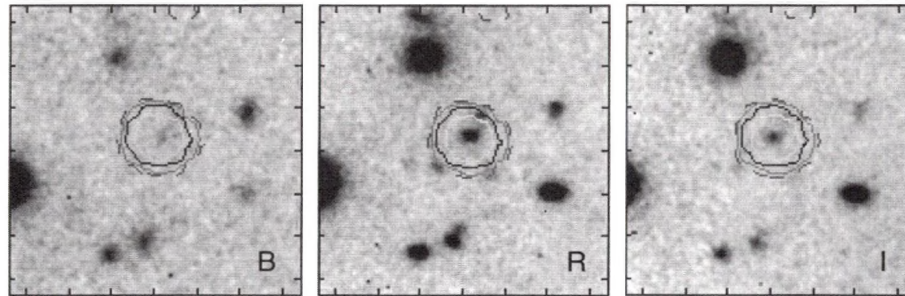
Il est maintenant certain que ce que l'on appelle le bruit de fond X, connu depuis 1962, est la superposition des émissions de trous noirs massifs situés dans le noyau de galaxies lointaines.



Cette image due au satellite Chandra est la plus profonde jamais obtenue dans le domaine X.

Au cours de cette même investigation, les astronomes ont pu identifier un quasar très lointain, dit de « type II », qui se distingue par le gaz et la poussière qui l'entourent. Le décalage vers le rouge des raies de son spectre est très grand (3.7), ce qui en fait le plus lointain représentant connu de cette classe d'objets. Ceux-ci ne sont cependant probablement pas rares. Ils pourraient même constituer 90 pour cent des quasars lointains.

(suite page 104)



Optical-IR Images of Distant Type II Quasar in Chandra Deep Field South
(MPG/ESO 2.2-m + WFI; VLT ANTU + FORS1)

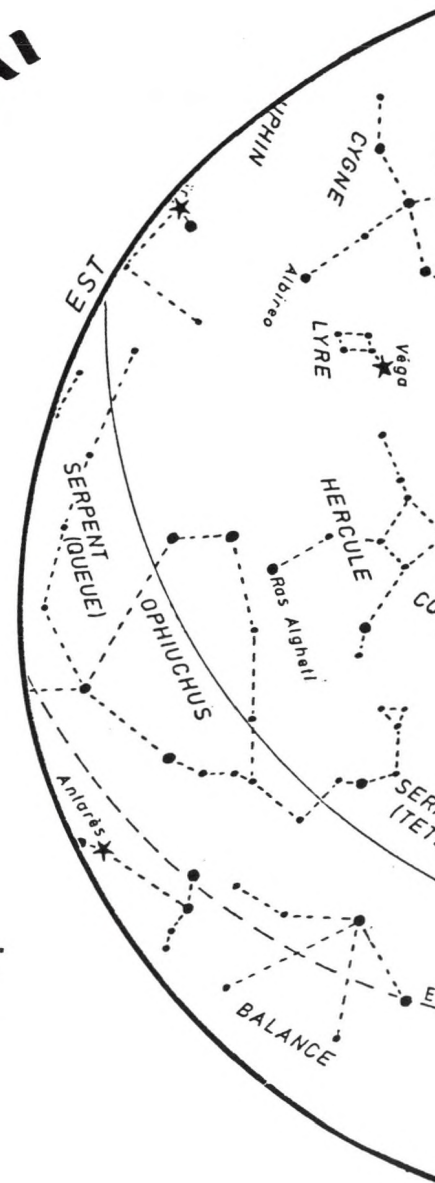
ESO PR Photo 09a/01 (13 March 2001)

© European Southern Observatory



De gauche à droite, des images bleue, rouge et infrarouge du quasar lointain découvert avec le VLT.

LE CIEL DE MAI

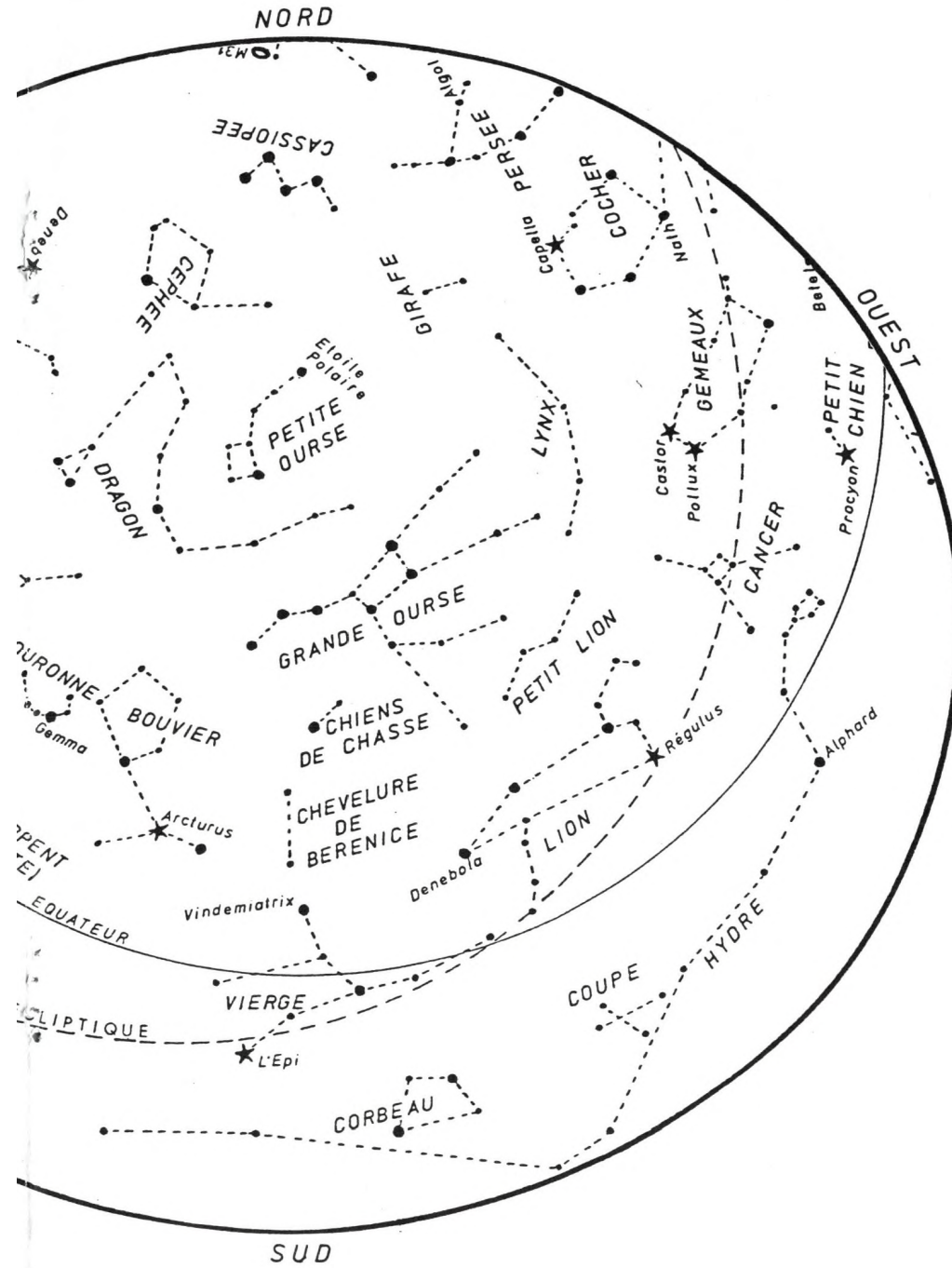


L'aspect du ciel dans nos régions.

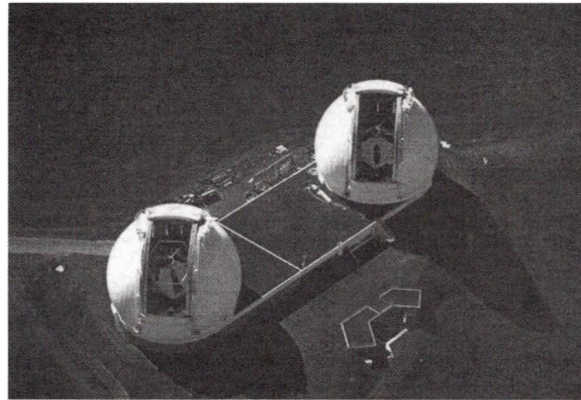
Ci-contre le ciel tel que nous pourrons
le voir aux dates suivantes :

- * aux environs du 10 mai à 23 h 30
- * aux environs du 25 mai à 22 h 30

N.B.: les heures indiquées sont celles
du temps légal (donné par la montre).



Premiers pas pour l'interférométrie



Les deux télescopes Keck de 10m ont été reliés en mode interférométrique pour la première fois.

Par une remarquable coïncidence, les astronomes de la NASA et ceux de l'ESO annoncent à quelques jours d'intervalle la « première lumière » pour leurs nouveaux interféromètres géants.

Au sommet du volcan Mauna Kea à Hawaii, les américains ont pu combiner avec succès les signaux provenant des deux télescopes Keck de 10 mètres, arrivant ainsi à une résolution équivalente à celle d'un télescope de 85 mètres.

Parmi les possibilités offertes par cette technique figure la détection directe de planètes extrasolaires.

Du côté européen, les premières franges interférométriques ont été réalisées en combinant deux télescopes beaucoup plus petits, de 40 cm seulement, mais en utilisant exactement la même configuration que celle qui unira un jour les géants du Cerro Paranal. A cette occasion le diamètre de plusieurs étoiles a été mesuré. Ainsi, l'on sait maintenant qu'alpha

de l'Hydre sous-tend 0,0093 seconde d'arc avec la précision extraordinaire de 0,0002 seconde.

L'instrument final comprendra les 4 télescopes de 8m20 et plusieurs petites unités mobiles de 1m80 (AT, Auxiliary Telescopes) qui sont actuellement en construction au Sart-Tilman par la firme AMOS.

* * *

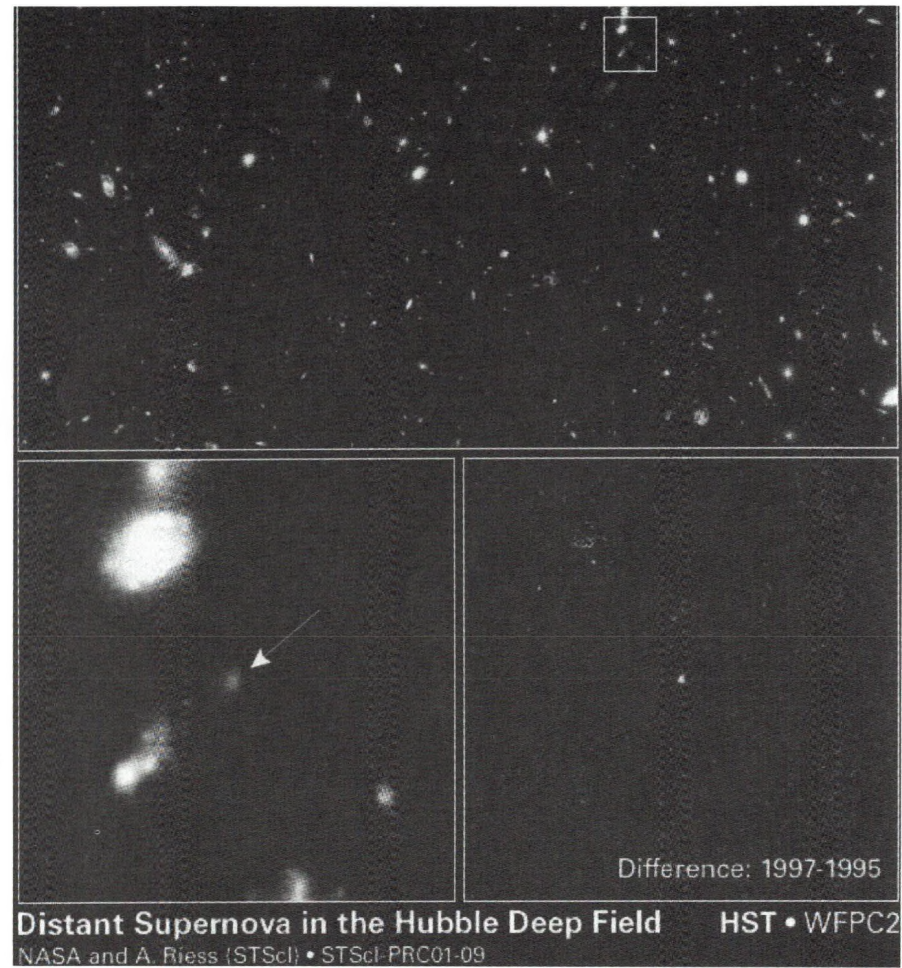
Supernova record

Le télescope spatial Hubble avait permis la découverte en 1997 d'une supernova dans une galaxie parmi les myriades qui parsèment une région du ciel connue maintenant sous le nom de « Northern Hubble Deep Field ». Il s'agit de l'un des deux champs étudiés avec des poses très longues permettant d'accéder aux confins de l'univers. C'est dans le second de ces champs que fut réalisée l'étude sur les sources X mentionnée plus haut.

La supernova 1997ff n'avait pas été décelée immédiatement car son éclat était perdu dans celui de la galaxie qui l'abritait. Il a fallu utiliser

la technique bien connue des amateurs qui consiste à soustraire des images prises à des moments différents. Si la supernova n'est présente que dans l'une des images, elle apparaît toute seule sur la différence. Le montage de la page suivante illustre bien la méthode. Il aurait été difficile de distinguer l'astre dans la petite nébulosité marquée par un flèche (panneau du bas, à gauche), mais elle est bien isolée dans le panneau du bas à droite représentant la différence entre 1997 et 1995.

L'intérêt de cette supernova réside dans son immense éloignement, une dizaine de milliard d'années lumière, et donc dans son âge : elle a explosé dans les premiers temps de l'univers.

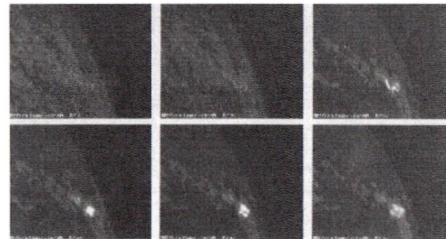


L'observation de la supernova 1997ff renforce l'idée d'une gravitation négative.

En analysant cette observation, les astronomes ont renforcé leur conviction que l'expansion de l'univers était alors plus lente. Il semble qu'une force de répulsion mystérieuse a conduit les galaxies à s'éloigner de plus en plus vite au cours du temps. Cette « gravitation négative », ou « énergie sombre », n'est autre que la « constante cosmologique » qu'Einstein avait invoquée il y a déjà bien longtemps. Celle-ci n'apparaît donc plus comme une bourde du grand physicien, mais comme un phénomène réel qui reste à expliquer.

Activité solaire

Le Soleil a encore manifesté des signes d'une activité intense en montrant la plus grande surface de taches de tout le présent cycle de onze ans. Un groupe géant, qui a mesuré jusqu'à 22 fois le diamètre terrestre, a produit des éjections et des éruptions violentes. On a assisté à un gros orage magnétique et à de magnifiques aurores polaires (là où le temps et la pollution lumineuse le permettaient) les 30 et 31 mars.



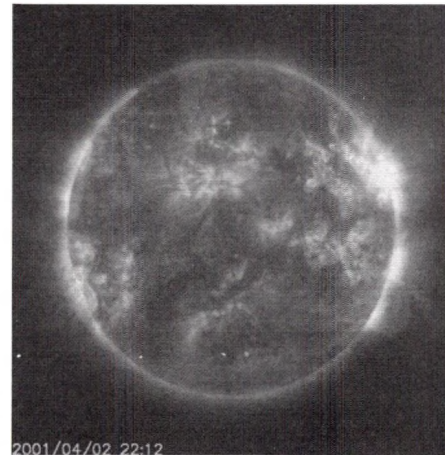
Séquence d'images montrant l'éruption du 2 avril entre 21:30 et 22:00 TU.

Le 2 avril, alors que les taches régressaient, a eu lieu la plus violente éruption depuis août 1989. Heureusement l'éjection de particules n'était pas dirigée vers notre planète et nous avons échappé à d'importantes perturbations. En mars 1989, une éruption légèrement moins

intense, mais orientée vers la Terre, avait conduit à une panne généralisée des réseaux électriques du Canada.



L'éjection de matière du 2 avril vue par SOHO/LASCO.



L'éjection de matière du 2 avril vue par SOHO/EIT.