
L'astronomie dans le monde

Rosetta *Du mythe à la réalité*

Communiqué ESA

Rosetta a entamé son long voyage à travers le système solaire, à destination de la comète Churyumov-Gerasimenko. Il faudra dix ans à la sonde de l'ESA pour atteindre son but. La comète visée, qui décrit une orbite elliptique autour du Soleil, se trouvera au moment du rendez-vous à environ 675 millions de kilomètres du Soleil, c'est-à-dire à proximité du

point de sa trajectoire le plus éloigné du Soleil. Le point de rencontre n'a pas été choisi au hasard : la comète, encore inactive, ne sera alors qu'un bloc de glace et de poussière interplanétaire, matériau à partir duquel notre système solaire s'est probablement formé il y a 4,5 milliards d'années. Rosetta nous permettra d'approfondir nos connaissances sur ces corps étranges du système solaire que sont les comètes.

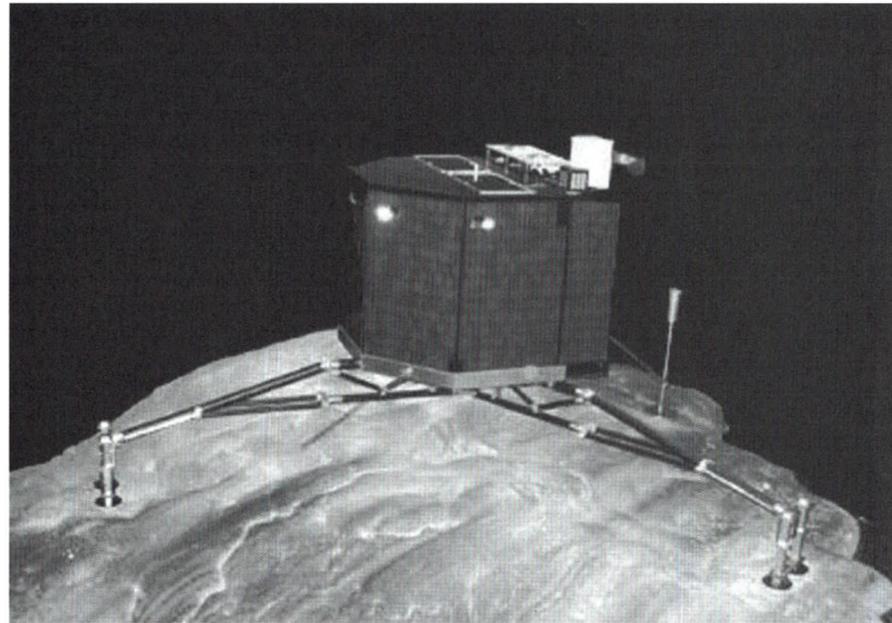


La comète 67P/Churyumov-Gerasimenko photographiée le 11 février 2003 avec le télescope de 3m60 de la Silla (ESA/ESO)

Churyumov-Gerasimenko se transformera au fur et à mesure qu'elle s'approchera du Soleil. Comme toutes les comètes, elle entrera alors en activité : sous l'action des rayons du Soleil, la glace commencera à s'évaporer en arrachant de petites particules de poussières de la surface du noyau. C'est ainsi que se formeront la chevelure (aussi appelée « la coma ») et la queue de la comète.

Seuls ces deux phénomènes sont observables depuis la Terre. Le noyau de la comète est bien trop petit pour être visible. Celui de Churyumov-Gerasimenko mesure environ 4 kilomètres de diamètre. « Lorsqu'une comète

survole le Soleil et que se forment sa chevelure et sa queue, sa surface perd plusieurs mètres d'épaisseur », explique le Dr Uwe Keller, de l'Institut Max-Planck d'aéronomie, à Katlenburg-Lindau, en Allemagne. Ce responsable de la caméra OSIRIS installée sur Rosetta ajoute : « Pour une petite comète comme Churyumov-Gerasimenko, cette perte peut représenter facilement 1% de la masse ». Sa trajectoire la conduisant tous les 6,6 ans à proximité du Soleil, on peut dire que les jours de Churyumov-Gerasimenko sont comptés, du moins à l'échelle du temps cosmique.



Représentation artistique de Rosetta posée sur une comète(ESA/P. Nielsen)

Comètes et croyances

Le passage des comètes a toujours suscité un mélange de fascination et de crainte. Aujourd'hui encore, certains peuples attribuent une signification mystique aux comètes : la population indigène des îles Andaman, dans le Golfe du Bengale, considère les comètes comme des torches projetées dans le ciel par les esprits de la forêt pour mieux voir les humains qui s'attardent imprudemment dehors à la nuit tombée. Certains aborigènes d'Australie voient dans les comètes des bâtons de feu chevauchés par de puissants chamans.

Dès l'Antiquité, une explication scientifique au phénomène appelé « cometa aster » (astre chevelu) a été recherchée. Pendant très longtemps, les comètes furent associées à des phénomènes atmosphériques. Selon la thèse exposée par Aristote (384 - 322 avant J.-C.) dans son ouvrage « Météorologiques », des gaz inflammables s'échappent de fissures dans les roches, s'accumulent dans les couches supérieures de la région sublunaire (« le monde sous la Lune ») et s'y enflamment. La libération rapide de ces gaz serait à l'origine des étoiles filantes tandis que leur dissipation lente provoquerait l'apparition d'une comète. Aristote n'avait pas de meilleure explication et était bien conscient des limites de ses connaissances. Il admettait lui-même qu'en l'absence d'une démonstration solide, il devait se contenter d'une explication n'entrant en contradiction avec aucun des faits alors établis. Et ces faits étaient bien maigres à l'époque.

Les comètes annonciatrices de catastrophes

L'hypothèse inverse qui s'est également répandue au fil des siècles, selon laquelle les comètes étaient responsables des périodes de grandes sécheresses, ne correspondait pas non plus parfaitement aux faits. Les philosophes naturalistes poussèrent cette thèse un peu plus loin. Pour eux, les comètes apportaient de la chaleur, cette chaleur déclenchait des orages et ceux-ci des catastrophes naturelles. Le romain Pline l'Ancien (né environ en 23 après J.-C.) classa ainsi les phénomènes cométaires en 12 catégories en fonction de leur apparence, attribuant à chaque catégorie un type de catastrophe naturelle.

Le Moyen-Age chrétien voyait dans l'apparition des comètes non plus la colère aveugle des forces de la nature mais plutôt un signe envoyé par Dieu. Des théologiens comme Hildegard von Bingen (1098-1179) ou Albert Magnus (1200-1280) se sont appuyés sur les Écritures saintes pour confirmer cette interprétation. Dans le livre de Jérémie, il est dit que Dieu fait apparaître dans le ciel une branche, « une branche du veilleur » pour l'accomplissement de sa parole (Chapitre 1, versets 11 et 12). On peut également citer l'Évangile selon St Luc : « Il y aura de grands tremblements de terre et çà et là des pestes et des famines; il y aura aussi des phénomènes effrayants et dans le ciel de grands signes » (Chapitre 21, verset 11).

En 1066, on vit dans le passage de la comète de Halley le signe annonciateur de la conquête de l'Angleterre par les Normands, immortalisée sur la tapisserie de Bayeux qui représente la bataille de Hastings.

Il fallut attendre les travaux de l'astronome danois Tycho Brahé en 1577 pour que soit définitivement réfutée la thèse de l'origine atmosphérique des comètes. De son observatoire d'Uraniborg, il étudia pendant deux mois et demi la trajectoire d'une comète dans le ciel. Grâce au phénomène de la parallaxe, qui donne l'impression que le corps céleste observé se décale de jour en jour alors que c'est la position de l'observateur sur la Terre en rotation qui évolue, il put établir que la comète se trouvait au-delà de l'orbite lunaire.

Halley découvre la trajectoire elliptique des comètes

La grande étape suivante dans l'observation scientifique des comètes fut franchie par l'astronome et physicien britannique Edmond Halley, ami et protecteur d'Isaac Newton. En étudiant en 1705 les éphémérides des comètes dont il disposait, il établit que certaines trajectoires se ressemblaient. Son propre calcul de la trajectoire d'une comète observée en 1682 coïncidait avec les données recueillies en 1607 par Johannes Kepler et par Apianus en 1531.



Le noyau de Halley, vu par Giotto en 1986 (ESA)

Il en déduisit qu'il fallait attribuer ces observations à une seule et même comète et vit juste en annonçant son retour : en décembre 1758 réapparut la comète qui porte désormais son nom, validant ainsi sa théorie selon laquelle les trajectoires apparemment paraboliques des comètes ne constituent qu'une partie de l'immense ellipse qu'elles décrivent. On a pu également retracer les apparitions antérieures de la comète de Halley. Le plus ancien document qui atteste son passage provient de Chine et date de 240 avant J.-C.

Pour sa part, l'astrophysicien britannique Fred Hoyle pensait que ces phénomènes, que la Bible associait à un signe de Dieu, pouvaient correspondre aux grands bouleversements de l'Histoire. Il était d'avis que certains événements majeurs comme l'extinction des mamouths étaient imputables à l'impact de fragments de comètes sur la Terre. Reprenant la thèse développée en 1982 par les astronomes britanniques Victor Clube et Bill Napier, selon laquelle une comète géante fut capturée par notre système solaire il y a 15 000 ans, il pensait que les débris de cette comète avaient déclenché de profonds bouleversements sur Terre à chacun de leur passage, tous les 1600 ans. De même, certaines légendes comme celle du déluge pourraient être liées aux comètes.

Une motte de boue gelée

A quoi ressemble le noyau d'une comète? La sonde Giotto de l'ESA, ainsi dénommée en hommage au grand peintre italien Giotto di Bondone qui représenta au début du 14^{ème} siècle une comète sur une fresque de la Chapelle Scrovegni à Padoue, nous a livré la première réponse. Le 14 mars 1986, la sonde réussit à photographier le noyau de la comète de Halley à une distance de 600 km seulement, avec une résolution de 100 mètres. « Cette mission nous a fait réviser l'image que nous avions du noyau cométaire, jusqu'alors assimilé à une boule de neige sale », déclare le Dr Uwe Keller, ajoutant : « Les images ont montré qu'il s'agissait plutôt d'une motte de boue gelée. La partie solide du noyau est bien plus grosse que la partie gelée. »

Malheureusement, à peine Giotto avait-elle pointé sa caméra sur la comète que la série d'images prenait brutalement fin : elle fut heurtée par un grain de poussière d'environ 1 mm de diamètre. Avec une différence de vitesse de 68,4 km/s entre la sonde et la comète, la force de cet impact malencontreux suffit pour empêcher la prise d'autres photos. La mission se poursuivit néanmoins, bien que la caméra ait été endommagée. Après deux périodes d'hibernation, la sonde survola avec succès la comète Grigg-Skjellerup, le 10 juillet 1992.

Rosetta, qui doit se mettre en orbite autour de la comète Churyumov-Gerasimenko et y déposer un petit atterrisseur, nous livrera des informations inédites sur le noyau des comètes. Pour la première fois dans l'histoire de l'humanité, nous allons pouvoir observer une comète en direct sur sa trajectoire vers le Soleil. Pour davantage d'informations sur Rosetta et sur les projets de l'ESA, veuillez consulter les sites suivants :

<http://www.esa.int/science>
<http://www.esa.int/rosetta>

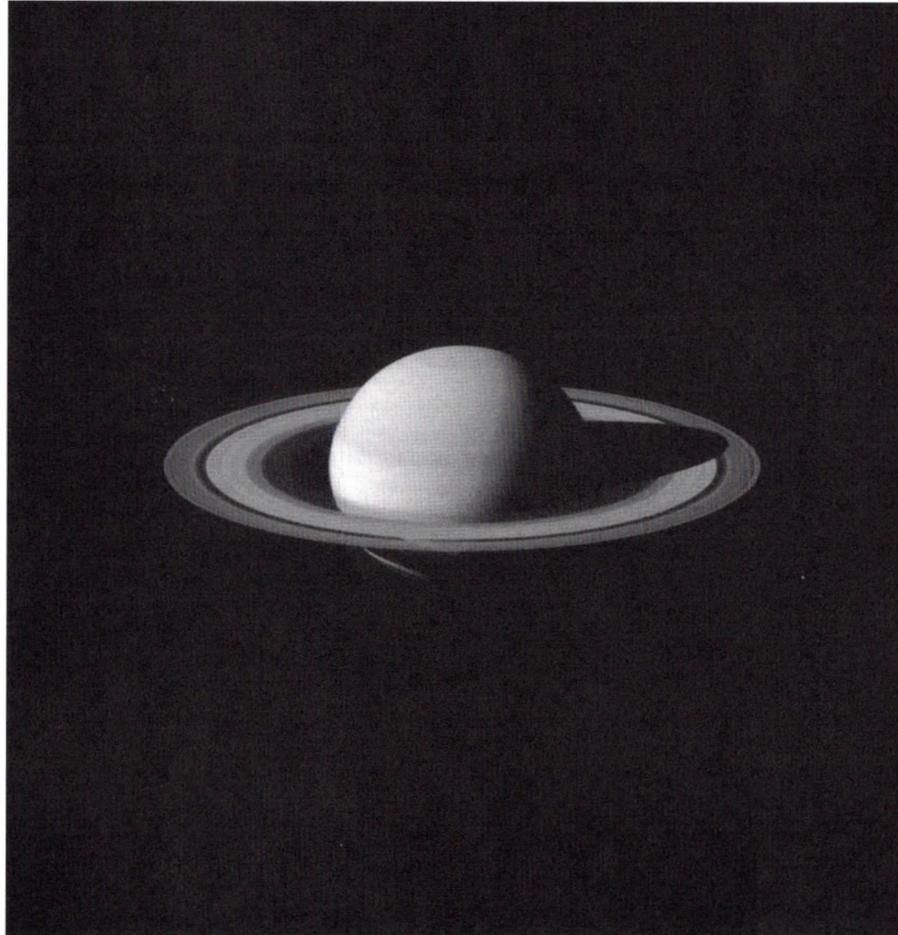
Saturne par Cassini

Alors que Rosetta se prépare à entreprendre son interminable périple vers la comète Churyumov-Gerasimenko, la sonde Cassini s'approche rapidement de son objectif, Saturne, qu'elle doit atteindre au début de l'été. Et la NASA nous promet d'envoyer des

« cartes postales » hebdomadaires nous montrant de plus en plus de détails de la merveille du système solaire.

La photo ci-jointe, prise le 9 février avec la caméra à plus longue focale, à 70 millions de kilomètres, nous donne un idée du spectacle que l'on peut attendre dans les semaines à

venir. La résolution est de 540 kilomètres et des structures très fines sont déjà visibles dans les anneaux. Et pourtant, 70 millions de kilomètres, c'est plus que la distance de Mars à la dernière opposition; on ne peut donc pas encore parler de proximité.



Saturne vue par Cassini le 9 février 2004.
A gauche on peut distinguer la petite lune Encelade.
(© NASA/Cassini/Huygens)

On peut constater l'épaisseur de l'anneau B (le plus brillant) comparée à la relative transparence de l'anneau A vu devant le globe de la planète. L'image en couleurs (voir <http://saturn.jpl.nasa.gov>) montre des nuances subtiles entre les bandes atmosphériques aux différentes latitudes.

Cassini entamera le premier juillet une mission de quatre années en orbite autour de Saturne. Après six mois elle lâchera une autre sonde, Huygens, qui descendra dans l'atmosphère du satellite Titan pour peut-être amerrir sur un océan de méthane.

Rencontre à haut risque entre une étoile et un trou noir géant

communiqué ESA

Les observatoires XMM-Newton de l'Agence spatiale européenne et Chandra de la NASA qui travaillent tous deux dans le rayonnement X ont montré qu'un trou noir supermassif avait effleuré une étoile et en avait avalé un morceau. Ces observations sont la preuve manifeste que ce phénomène, dont l'existence théorique est admise depuis longtemps déjà, est bien réel.

Les astronomes pensent que cette malheureuse étoile s'est approchée trop près d'un trou noir géant après avoir frôlé une de ses congénères qui l'aurait déviée de sa trajectoire. Au fur et à mesure qu'elle se rapprochait de la gigantesque force de gravité du trou noir, l'étoile était soumise à une attraction différentielle telle qu'après avoir été écartelée, elle s'est disloquée. Cette découverte apporte des informations capitales sur la façon dont les trous noirs se développent et influent sur les étoiles et les gaz qui les entourent.

« Les étoiles peuvent survivre si elles sont soumises à un étirement faible et font partie d'un système d'étoiles doubles; mais l'étoile en question a été étirée au-delà de son point de rupture », explique Stefanie Komossa de l'Institut Max Planck de physique extraterrestre (MPE) de Garching (Allemagne), qui est à la tête d'une équipe internationale de chercheurs. « Cette étoile malchanceuse a tout simplement fait une mauvaise rencontre ».

Alors que d'autres observations ont laissé supposer que des étoiles étaient détruites par des trous noirs (phénomènes appelés « rupture d'étoile par effet de marée »), ces nouvelles informations en apportent pour la première fois une preuve tangible.

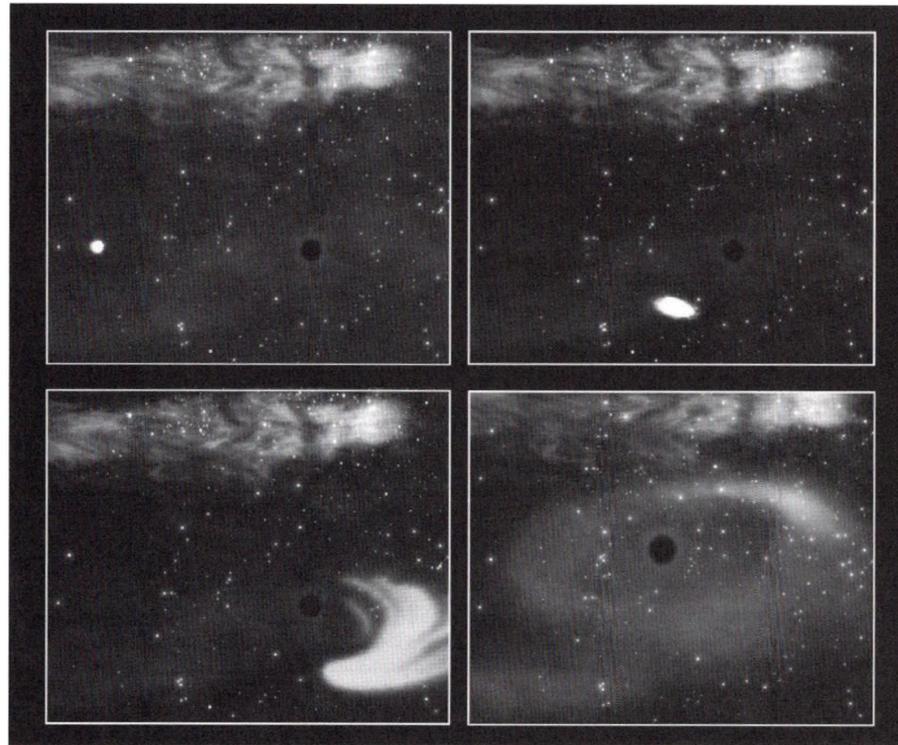
Les observations de XMM-Newton et de Chandra, combinées aux images envoyées précédemment par le satellite allemand ROSAT, dans le rayonnement X, ont permis de détecter une puissante éruption de rayons X provenant du centre de la galaxie RXJ1242-11.

Cette éruption, l'une des plus violentes jamais détectées dans une galaxie, a été provoquée par du gaz provenant de l'étoile détruite qui a été chauffée à plusieurs millions de degrés avant d'être avalée par le trou noir. L'énergie alors libérée est équivalente à celle d'une supernova. « Désormais, grâce à toutes ces données, nous disposons de preuves irréfutables quant à l'existence de ce phénomène spectaculaire », ajoute Guenther Hasinger, du MPE.

On estime que la masse du trou noir situé au centre de RXJ1242-11 est d'environ 100 millions de fois supérieure à celle du Soleil. La masse de l'étoile détruite, quant à elle, étant probablement équivalente à celle du Soleil, le combat était perdu d'avance. « Ce fut David contre Goliath, mais cette fois, David a perdu », déclare M. Hasinger.

Les astronomes ont estimé qu'environ un centième de la masse de l'étoile s'était consumé, par accréation, dans le trou noir. Cette faible proportion confirme les hypothèses selon lesquelles la vitesse et l'énergie du processus d'accréation provoquent l'expulsion hors du trou noir de la majeure partie du gaz constituant l'étoile détruite.

La force qui a détruit l'étoile de la galaxie RXJ1242-11 est un exemple extrême de l'effet de marée provoqué par des différences de gravité agissant de part et d'autre d'un objet. C'est l'attraction exercée par la Lune qui déclenche les marées sur Terre et c'est cette même force exercée par Jupiter qui a désagrégé la comète Shoemaker-Levy avant qu'elle ne s'écrase sur cette planète.



Représentation artistique d'un trou noir détruisant une étoile. Les forces de marées étirent d'abord celle-ci, puis la déchirent. Une partie de la matière forme un disque chauffé à des millions de degrés puis est avalée par le trou noir. (ESA/MPIEP)

Il y a très peu de chances, environ une sur dix mille, pour qu'une rupture d'étoile par effet de marée se produise dans une galaxie de type courant. Si cela se produisait au centre de la Voie lactée, la source de rayonnement X qui en résulterait serait 50 000 fois supérieure à la source la plus puissante qui existe dans notre galaxie. Cependant, la Terre ne serait en aucun cas menacée car ce phénomène se produirait à 25000 années-lumière.

D'autres éruptions spectaculaires ont été observées dans les galaxies, mais celle-ci est la première à avoir été étudiée grâce à la

résolution spectrale élevée de XMM-Newton et à la haute résolution spatiale de Chandra. Ces deux instruments ont permis de réaliser des progrès décisifs. Chandra a montré que ce qu'a vécu RXJ1242-11 s'est produit au centre de la galaxie, où se dissimule le trou noir. Le spectre offert par XMM-Newton a confirmé certaines hypothèses concernant les abords d'un trou noir et a permis d'en écarter d'autres.

On sait déjà, preuves à l'appui, qu'il existe des trous noirs supermassifs dans de nombreuses galaxies, mais les rechercher en étudiant les ruptures d'étoile par effet de marée

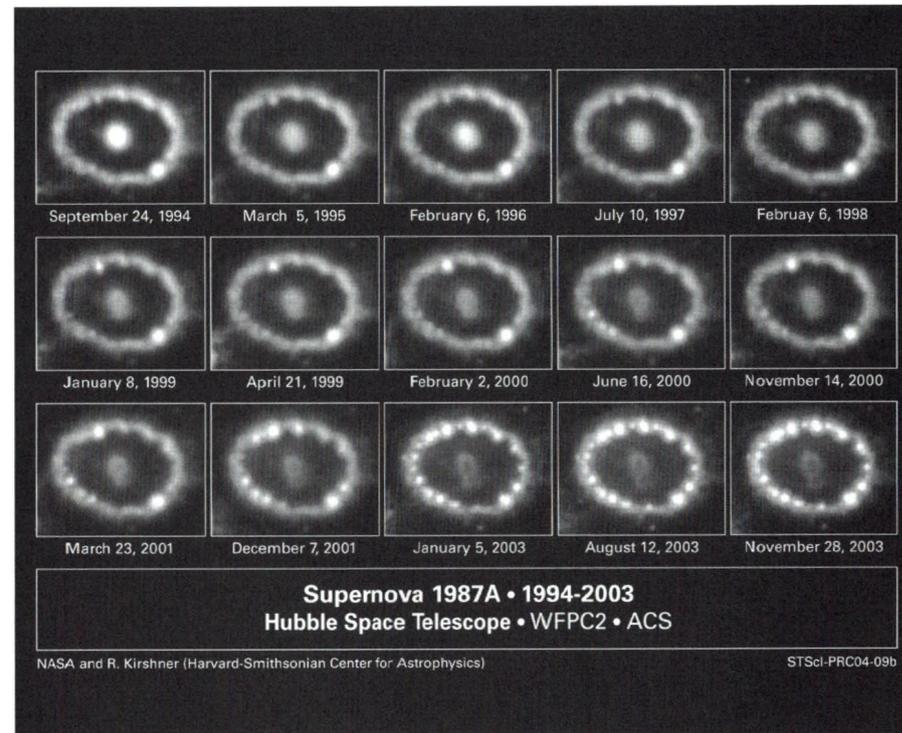
constitue une méthode tout à fait originale. Ce type d'observations est absolument indispensable pour connaître la rapidité avec laquelle les trous noirs se développent en avalant les étoiles avoisinantes.

L'observatoire XMM-Newton de l'ESA dispose d'une capacité de détection des sources de rayonnement X supérieure à celle de tous ses prédécesseurs, ce qui lui permet de contribuer à résoudre de nombreuses énigmes liées aux phénomènes les plus spectaculaires de notre univers, de la formation des galaxies jusqu'aux trous noirs. Lancé depuis Kourou par une Ariane-5 le 10 décembre 1999, il devrait envoyer des données pendant une dizaine d'années. Sa conception, qui fait appel à des technologies de pointe, comporte plus de

170 miroirs cylindriques très fins disposés sur trois télescopes. Son orbite l'entraîne jusqu'à une distance équivalant à un tiers de celle séparant la Terre de la Lune, ce qui permet aux astronomes d'effectuer des observations longues et ininterrompues sur les objets célestes qu'ils étudient.

SN 1987 A

Il y a 17 ans, dans le Grand Nuage de Magellan, explosait la première supernova visible à l'œil nu depuis l'époque de Brahe et Kepler. L'onde de choc rattrape progressivement l'enveloppe de matière expulsée au cours des derniers millénaires, créant ainsi un véritable anneau de feu.



Evolution de l'anneau lumineux entourant la supernova du Grand Nuage de Magellan (NASA/HST)

Europe stérile?

La présence de composés chimiques agressifs et d'une couche de glace très épaisse diminue la probabilité de trouver de la vie sur Europe, un des satellites galiléens de Jupiter.

Les mesures spectroscopiques les plus récentes de la lumière réfléchie par la surface d'Europe indiquent que des acides et du peroxyde d'hydrogène lui confèrent un pH proche de zéro. Le peroxyde n'est présent qu'en surface car il est probablement le résultat de l'interaction des ions parcourant la magnétosphère jovienne. La provenance des acides est moins claire. L'acide sulfurique viendrait des émissions volcaniques de Io et serait aussi confiné en surface. Mais, curieusement, il semble présent en plus grandes quantités dans les zones de fractures, aux

endroits présumés de résurgence de l'océan interne. Peut-on en conclure que c'est l'océan lui-même est un immense réservoir d'acide sulfurique. C'est très possible. Selon certains le cœur d'Europe serait très semblable à Io. Les volcans éjectant les vapeurs sulfureuses seraient sous-marins.

Ceci ne suffit pas à éliminer toute possibilité de vie. On connaît des procaryotes qui se complaisent en milieu très acide. Par contre ce n'est pas une bonne nouvelle pour les concepteurs d'une sonde qui devrait s'enfoncer dans la glace, en la faisant fondre, pour atteindre l'océan. D'autant plus que les mesures du relief d'Europe indiquent que la couche doit être plus épaisse qu'on ne le pensait.



**La surface gelée et chaotique de la lune de Jupiter Europe
(NASA/Galileo)**

Galaxie lointaine

L'effet de lentille gravitationnelle d'un amas de galaxies très massif a permis de détecter la galaxie la plus lointaine connue à

ce jour. Avec un redshift de 7, elle témoigne d'une époque où l'univers n'était âgé que de 700 millions d'années.



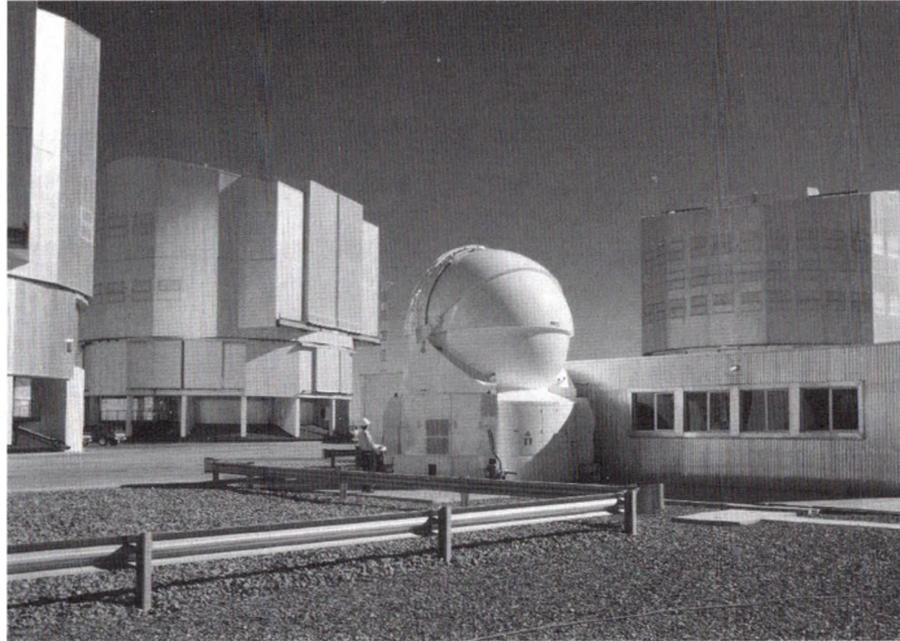
L'amas Abell 2218 agit comme une puissante lentille. L'image très étirée d'une galaxie de redshift 7 est entourée d'un trait blanc. (ESA/NASA/HST)

Télescopes liégeois

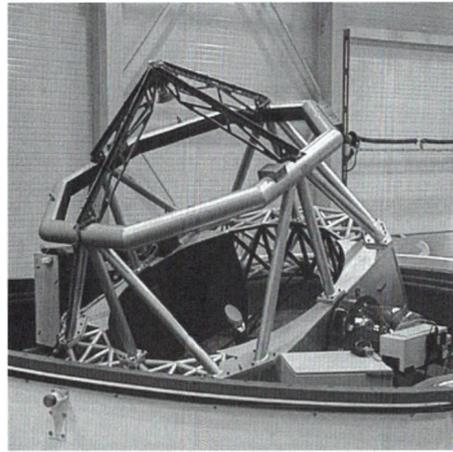
Le premier (AT1) des quatre télescopes auxiliaires de 180 cm destinés à améliorer les performances interférométriques du VLTI de l'ESO a été installé et testé au Cerro Paranal. Ces télescopes de très haute technologie sont

construits par la firme liégeoise AMOS.

Contrairement aux quatre géants de 8m20, l'AT1 est mobile. Il peut se déplacer sur des rails permettant ainsi de réaliser différentes configurations en fonction des observations à réaliser.



Le télescope AT1 est vu ici au milieu de la plate-forme de Paranal, près du laboratoire d'interférométrie. De gauche à droite, en arrière-plan, on peut voir les enceintes des télescopes de 8m20 Kueyen, Melipal et Yepun. (ESO)



Le télescope AT1 dans les locaux de la firme AMOS, à Liège. La structure ultra-compacte est bien visible. (ESO)

La distance maximale qui pourra séparer deux AT sera d'environ 200 mètres alors que la plus grande séparation entre leurs grands frères Antu et Yepun « n'est que » de 130 mètres. La résolution d'un interféromètre étant directement proportionnelle à ses dimensions, on comprend l'intérêt du projet.

La réalisation de ce télescope mobile et son intégration dans le VLT est unanimement saluée comme une prouesse technique.

HD 209458

Une planète de type « Jupiter chaud » orbite très près de cette étoile, et on l'avait vu « transiter » devant elle (13-03-2003). Il apparaît que son atmosphère est littéralement balayée par l'étoile et qu'à terme ne subsistera plus que son noyau solide. Un qualificatif a déjà été trouvé pour de tels astres si accueillants : « chthonien » du nom d'un dieu des enfers

Fondée en 1925 **SMALT – OPTIQUE s.a.** **rue de la Régence, 19**
Fournisseur officiel
de l'Université de Liège **B-4000 Liège**
R.C. LG. 158.788 **tél. 042233689**
T.V.A. BE 430 667 924 **fax 042210025**
magasin ouvert de 8.30 à 12 & de 13.30 à 17 heures, lundi excepté

Monture équatoriale **MEADE MAKSUTOV - CASSEGRAIN**