

---

## L'astronomie dans le monde

---

### *L'univers est plat*

C'est peut-être l'une des découvertes les plus intéressantes des dernières années : l'univers n'est pas « courbé » mais suit la géométrie simple d'Euclide. La somme des angles d'un triangle y vaut donc bien 360

degrés.

C'est l'expérience Boomerang (Balloon Observations of Millimetric Extragalactic Radiation and Geophysics) menée à bord d'un ballon stratosphérique survolant l'Antarctique qui a permis cette constatation.

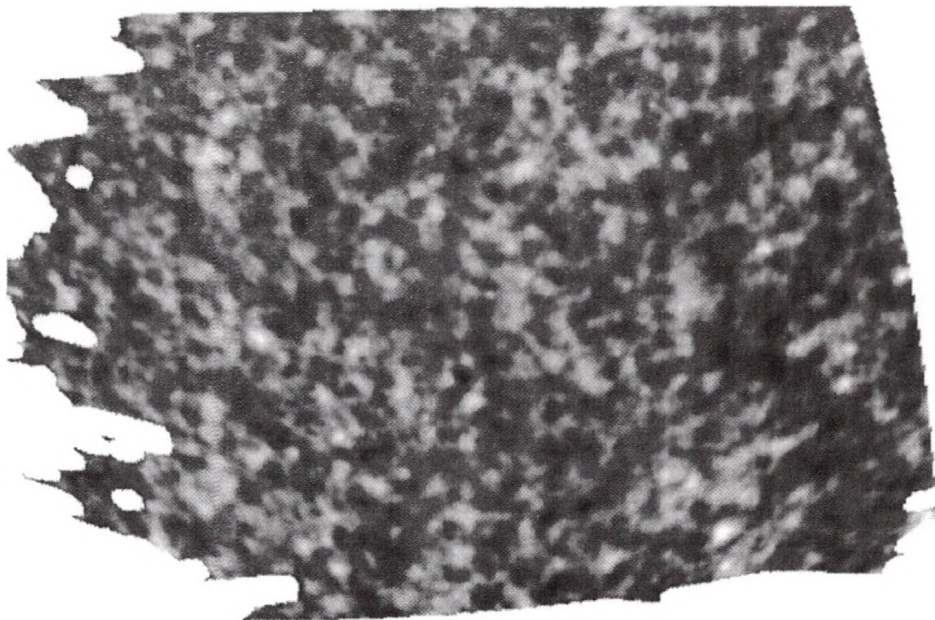


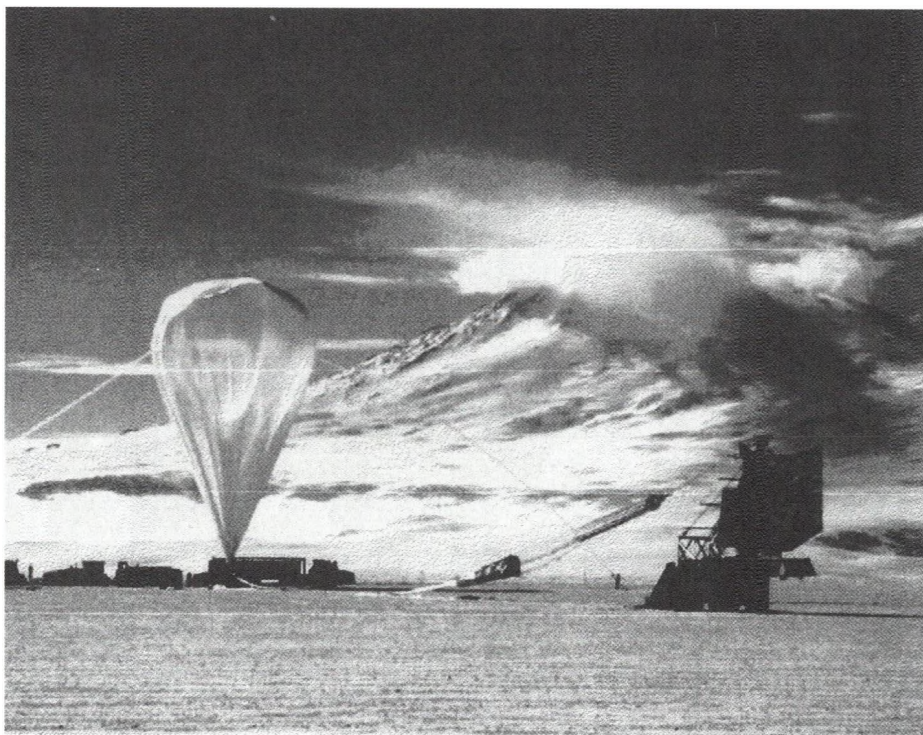
Image de l'univers lorsqu'il était bébé. Les micro-ondes permettent de détecter des inhomogénéités de température de l'ordre de 0.0001 degré. L'analyse détaillée de cette image nous fournit les moyens de déterminer la géométrie de l'univers et apporte des indications essentielles sur sa constitution.

On n'a pas mesuré les angles d'un triangle mais remonté le temps en observant le ciel dans les ondes millimétriques. Le satellite COBE avait déjà effectué ce genre d'observation mais ici les astronomes ont été plus précis. Ils ont pu voir à quoi ressemblait l'univers un demi million d'années après le Big Bang, lorsqu'il devenait transparent au rayonnement.

A ce moment, des ondes sonores se propageant à la moitié de la vitesse de la lumière créaient les structures qui allaient devenir les galaxies. L'étude théorique de ce phénomène montre que la taille apparente de ces structures

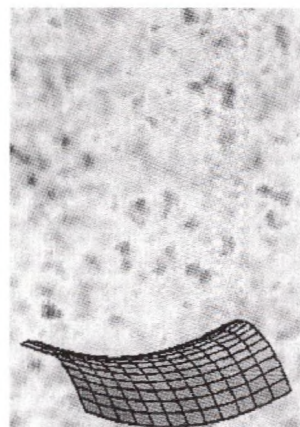
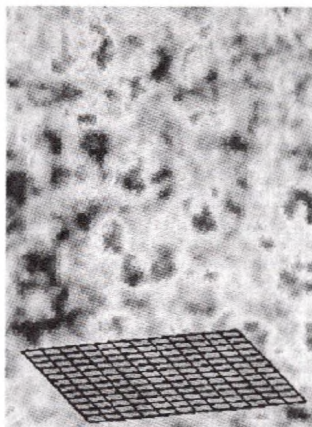
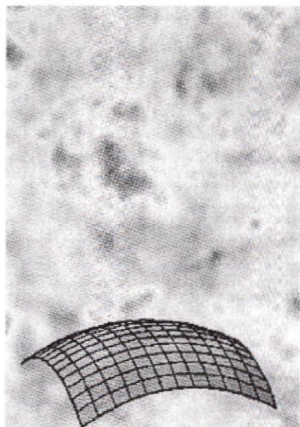
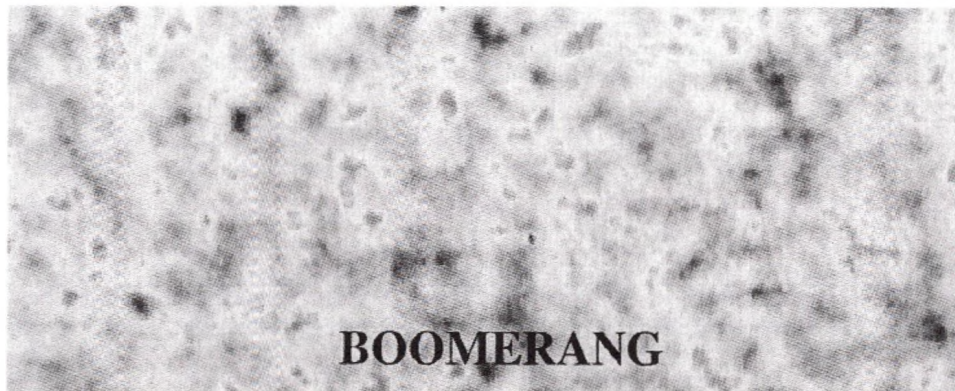
dépend de la géométrie de l'univers. Un univers plat correspond à des dimensions typiques d'un degré. Un univers courbe montrerait des grumeaux plus gros ou plus petits selon le type de courbure.

Le verdict de l'observation semble clair. Les inhomogénéités ont une taille caractéristique de l'ordre du degré. L'univers est plat, et s'il est aussi plat, c'est sans doute à cause d'un mécanisme hypothétique, dit d'« inflation », qui l'a étiré d'une façon inimaginable dans les premières secondes de son existence.



**Avec comme arrière plan le volcan Erebus, le ballon stratosphérique est prêt à emporter l'expérience Boomerang à 35 kilomètres d'altitude, le plaçant ainsi au-dessus des 99 pour cent de l'atmosphère.**

25°



En comparant la taille des fluctuations observées (image du haut) aux modèles théoriques (en bas), on peut dire si notre univers est plat, ou courbé. C'est l'image du centre, correspondant à un univers plat, qui l'emporte.

\*\*\*

### *Déformation de Mars*

Il est de plus en plus évident que Mars a subi de vastes inondations lorsque d'énormes masses d'eau se sont déversées d'une région à l'autre. L'eau ne fait que suivre la pente du terrain et celle-ci a fortement varié au cours de l'histoire de la planète, inversant parfois le sens des flots.

La région de Tharsis dominée par d'immenses volcans tels qu'Olympus (22 km d'altitude!) exerce une pression considérable sur la surface de la planète, au point de la déformer de façon significative. On estime à plusieurs kilomètres l'enfoncement dans une très vaste zone entourant Tharsis. Par réaction, le côté de la planète opposé à Tharsis est rehaussé de quelques kilomètres. Il y a donc eu lors de la formation de ces structures une profonde modification de l'écoulement des eaux. Des

vallées se sont creusées, d'énormes quantités de sédiments ont été transportées, parfois sur de longues distances.

Bien que n'ayant pas été soumise à une tectonique des plaques semblable à celle régnant sur Terre, la planète Mars n'en a donc pas moins connu des périodes fort agitées.

\*\*\*

## *Des sources gamma mystérieuses*

L'une des découvertes du télescope gamma Compton — qui sera détruit en rentrant dans l'atmosphère au début juin — concerne quelque deux cents sources de rayons gamma galactiques. D'origine encore inconnue, ces sources semblent être réparties en deux distributions distinctes. Une minorité d'entre elles sont relativement proches, à moins de quelques milliers d'années lumière. Elles sont associées à la « ceinture de Gould » qui est un système d'étoiles et de gaz en expansion incliné sur le plan de la Galaxie. Les autres sources sont concentrées sur le plan galactique et nettement plus lointaines.

La grande différence de luminosité intrinsèque entre ces deux types d'astres suggère fortement une nature distincte. Il faudra de nouvelles observations, par d'autres satellites, pour élucider ce nouveau mystère.

\*\*\*

## *La queue de la comète Hyakutake*

En analysant les données de la sonde Ulysse concernant le champ magnétique et la composition du vent solaire, les scientifiques se sont aperçu que la sonde avait traversé la queue de la fameuse comète Hyakutake en mai 1996. Ulysse était distante de 3,5 unités astronomiques du Soleil, alors que la comète était au voisinage du périhélie, à moins d'une unité astronomique du Soleil.

On ne se doutait pas que la longueur des queues cométaires pouvait être aussi grande. Peut-être même ne se fondent-elles pas complètement dans le milieu interplanétaire et peuvent-elles garder une certaine spécificité

jusqu'aux confins du système solaire, l'héliosphère, à une centaine d'unités astronomiques.

Cette observation est certes le fait du hasard, mais les astronomes vont explorer d'autres archives de sondes spatiales pour tenter de trouver des événements analogues.

\*\*\*

## *NEAR plus près d'Eros*

La sonde NEAR fait honneur à son nom en se rapprochant de l'astéroïde dont elle est devenue un satellite le 14 février. Initialement elliptique, avec des axes de 320 et 360 kilomètres, l'orbite a été circularisée avec un diamètre de 200 km en mars, puis 100 km en avril. Une nouvelle manœuvre l'a rendue elliptique avec des axes de 50 et 100 km. On peut ainsi avoir toute une collection d'images à diverses échelles. L'orbite sera ensuite relevée à 1000 kilomètres pour obtenir des vues globales. Finalement, les contrôleurs diminueront très fortement l'altitude de la sonde et essaieront peut-être de la faire atterrir sur Eros l'année prochaine.

\*\*\*

## *Stardust*

Stardust est le nom d'une mission de la NASA lancée en février 1999 et qui doit analyser la comète périodique Wild 2 en 2004. En attendant d'atteindre cet objectif, la sonde a déjà procédé à l'étude de quelques grains de poussières interstellaires qu'elle a rencontrés en chemin. Ces grains sont captés sur un collecteur recouvert d'un aérogel qui les freine progressivement sans trop les abîmer.

On devait bien s'attendre à trouver des molécules organiques, puisque celles-ci semblent omniprésentes dans l'univers. Mais la surprise a été grande de mesurer des masses moléculaires allant jusqu'à 2000 unités atomiques. Pour comparaison, les plus grosses molécules trouvées dans l'espace jusqu'à maintenant étaient des PAH (polycyclic aromatic hydrocarbons) ayant des masses de quelques centaines d'unités. Le spectromètre

de masse de Stardust a révélé la présence d'atomes d'oxygène et d'azote dans ces molécules qui sont donc bien plus complexes que les PAH.

Si ces molécules sont bien représentatives de l'espace interstellaire — et l'on a pris soin d'éviter la contamination par des grains interplanétaires en profitant d'une période où la trajectoire de la sonde suivait le mouvement général de ceux-ci — cette découverte est d'une grande importance pour l'explication de l'origine de la matière vivante sur Terre.

Le mouvement de la sonde Stardust suivra de nouveau celui des courants interstellaires à la mi-2002. On aura alors une seconde occasion de récolter des grains intersidéraux.

En 2004 le collecteur s'occupera évidemment des poussières éjectées par la comète Wild 2. Toute la récolte, y compris les grains déjà récupérés, sera emballée dans un container qui devrait revenir sur Terre en 2006.

\*\*\*

## *L'hydrogène manquant*

Le télescope spatial Hubble a détecté la présence d'oxygène fortement ionisé dans la direction d'un quasar lointain, distant de plusieurs milliards d'années lumière. L'intérêt de cette observation est qu'elle indique certainement la présence simultanée d'hydrogène. Celui-ci étant totalement ionisé (il n'a qu'un électron et le perd assez facilement), on ne peut l'observer directement par spectroscopie.

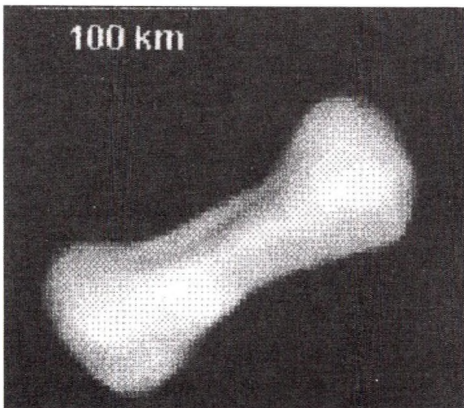
Les modèles théoriques prévoient que d'énormes nappes de nuages d'hydrogène ont dû se former dans l'univers. A l'intersection de ces nappes, des amas de galaxies ont pu naître en raison de la grande concentration de masse. Les collisions entre nuages ont porté l'hydrogène à des températures de l'ordre de 100.000 degrés, le rendant pratiquement invisible. Mais, de temps à autre, une étoile en fin de vie éjecte de la matière dans l'espace, matière qui se mêle à l'hydrogène et est portée à ces mêmes températures. Parmi les matériaux que l'étoile a élaborés en son cœur et qui se sont ensuite éparpillés, l'oxygène s'est révélé un traceur parfait de l'hydrogène pour le télescope Hubble.



Le spectre de ce quasar distant montre la signature d'atomes d'oxygène très ionisés. (Cliché Télescope WIYN)

\*\*\*

## *L'os de Cléopâtre*



Les astronomes ont été (une fois de plus) quelque peu surpris en voyant le résultat du traitement par ordinateur des échos radar renvoyés par l'astéroïde 216 Kleopatra. On savait par des observations antérieures que

l'astéroïde était double ou bilobé, mais la résolution était insuffisante pour pouvoir en dire plus.

D'autres petites planètes ont déjà révélé la présence de deux lobes, mais parfaitement accolés. Le cas de Kleopatra est extraordinaire car la liaison est constituée par une longue partie cylindrique, ce qui fait que l'astre ressemble à un os-jouet pour chien, mais un os de belle taille : Kleopatra mesure 220 kilomètres!

La technique radar permet d'obtenir des images de bien meilleure résolution que les moyens optiques. Il faut une sensibilité très bonne pour pouvoir récupérer l'écho d'un signal ayant traversé des dizaines ou des centaines de millions de kilomètres. C'est pourquoi on utilise l'antenne géante d'Arecibo (Puerto Rico) dont le diamètre est de 300 mètres. L'écho sur Kleopatra, malgré la distance de 171 millions de kilomètres, s'est avéré particulièrement puissant, ce qui suggère une composition métallique, au moins en surface.

La forme curieuse reste un mystère pour les astronomes. S'agit-il du résultat de la collision entre deux corps, ou l'espace compris entre les deux membres d'un astéroïde double a-t-il pu être comblé par l'accumulation de débris? Nul ne le sait, mais il est clair que le système solaire n'est pas encore à court de surprises.

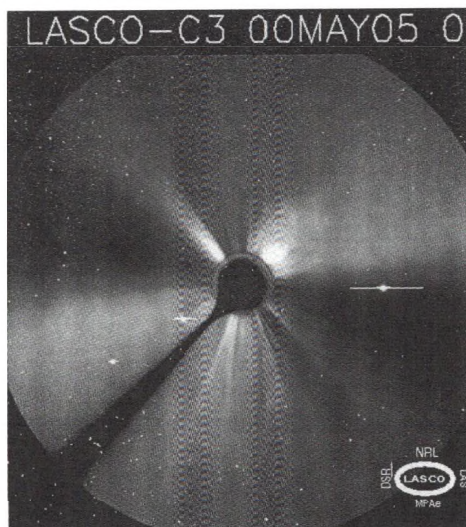
En page de couverture, on peut voir plusieurs aspects de la petite planète, sous différentes orientations.

\* \* \*

## *Alignement planétaire*

Si vous lisez ces lignes, c'est que l'alignement planétaire du 5 mai n'aura pas eu de conséquences catastrophiques.

Dans la moisson quotidienne d'images fournies par le coronographe LASCO embarqué sur le satellite solaire SOHO, on pouvait remarquer la présence simultanée de trois planètes principales : Saturne, Jupiter et Mercure. Mars et Vénus ne sont malheureusement pas présentes sur le champ de 15 degrés de LASCO. Quant à la Lune, elle ne risque pas d'être aperçue depuis le satellite qui est bien plus loin que l'orbite lunaire.



**Saturne, Jupiter et Mercure le jour fatidique.** Le satellite SOHO donne des images du Soleil et de sa couronne. Pour obtenir ces dernières le disque solaire est occulté (on voit l'ombre du masque). Les trois points brillants (barrés d'un trait horizontal à cause de la saturation du détecteur) sont des planètes. A gauche du Soleil, Saturne et Jupiter; à droite, Mercure. (Cliché SOHO/LASCO)