

L'astronomie dans le monde

Le mirage cosmique le plus éloigné

Selon le communiqué de presse
ESO PR 09/91 du 22 octobre

Des observations faites aux télescopes de l'observatoire de La Silla ont montré que l'image du quasar extrêmement lointain Q1208+1011 est constituée de deux images très rapprochées. C'est le plus distant et aussi le plus brillant quasar jamais observé ayant une image double.

Il est probable que ceci soit un « mirage cosmique » provoqué par une « lentille gravitationnelle », et que les deux images proviennent d'un seul objet. Si c'est le cas, un puissant champ gravitationnel, quelque-part le long de la ligne de visée, courbe le trajet des rayons lumineux provenant du quasar. Cependant on ne peut pas exclure qu'il s'agisse de deux quasars très voisins l'un de l'autre. De toutes façons, cette nouvelle découverte ouvre d'importantes possibilités pour l'étude des régions les plus éloignées de l'univers.

Les lentilles gravitationnelles

Les champs gravitationnels peuvent agir comme des systèmes de lentilles et de miroirs.

Depuis l'éclipse totale de 1919, lors de laquelle des astronomes ont observé pour la première fois le déplacement de la position des étoiles près du bord du Soleil, on sait que les rayons lumineux peuvent être infléchis non seulement par les systèmes optiques, mais aussi par les champs de gravité. Cet effet avait été prévu par Albert Einstein dans sa théorie de la relativité générale.

On observe aussi cette courbure des rayons lumineux lorsqu'un quasar distant est sur la ligne de visée d'un objet massif plus proche. De tels objets massifs peuvent être des galaxies ou des amas de galaxies. L'effet est connu sous le nom de « lentille gravitationnelle ».

Selon la structure et l'intensité du champ de gravité, c'est-à-dire selon la configuration géométrique et la masse des galaxies, la lumière du quasar peut non seulement être infléchi et fournir plusieurs images, mais elle peut aussi être amplifiée. Ainsi certaines des images peuvent être plus brillantes que ne le serait le quasar en l'absence de lentille gravitationnelle. C'est ce que l'on appelle l'« amplification gravitationnelle ».

En raison de cette amplification nous pouvons observer les images de quasars très lointains qui, autrement, seraient trop faibles pour les télescopes actuels. Ainsi, les lentilles gravitationnelles nous permettent d'explorer des régions très lointaines de l'univers. On a également émis l'hypothèse que l'effet de lentille gravitationnelle puisse complètement perturber notre vue de l'univers lointain.

A la recherche de mirage cosmiques

Les quasars ont été découverts en 1963. Ils forment une classe d'objets d'apparence ponctuelle, animés de très grandes vitesses de récession. La plupart des astronomes pensent qu'ils sont les noyaux très actifs de galaxies lointaines. La puissance rayonnée par un quasar (sa « luminosité absolue ») peut être mesurée à partir de sa distance et de l'intensité lumineuse reçue sur Terre, puisque l'intensité de la lumière décroît comme le carré de la distance.

L'effet d'amplification gravitationnelle peut modifier cela. Depuis quelques années, un groupe international d'astronomes s'occupe de rechercher des lentilles gravitationnelles parmi des quasars sélectionnés pour leur forte luminosité absolue. En supposant que certains de ces quasars sont soumis à l'amplification gravitationnelle, on peut s'attendre à ce que certains d'entre eux montrent des images multiples. Ce groupe d'astronomes comprend l'équipe liégeoise constituée de Jean Surdej, Eric Gosset, Damien Hutsemékers, Pierre Magain, Marc Remy, Jean-Pierre Swings,

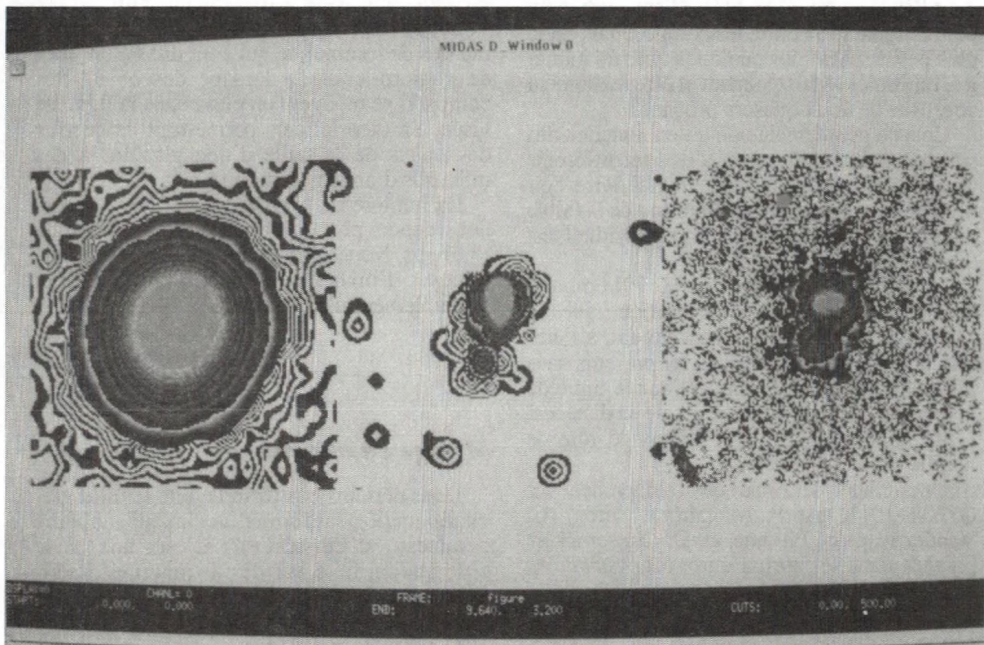
Eddy van Drom, Olivier Hainaut, Alain Smette et Benoît Pirene, ainsi que d'autres équipes françaises, allemandes et américaines.

Q1208+1011 : aussi brillant que cent millions de millions de Soleils?

Le quasar Q1208+1011, de magnitude 17,5, se trouve dans la constellation de la Vierge, et a été découvert en 1986; il était alors l'objet le plus lointain connu dans l'univers. Avec un redshift de 3,8, correspondant à une distance d'environ 16 milliards d'années-lumière (en supposant un âge de 20 milliards d'années pour l'univers), sa luminosité absolue peut être calculée à cent mille milliards de fois celle du Soleil.

Cette incroyable puissance correspond à l'explosion de 10^{23} (1 suivi de 23 zéros) bombes de une mégatonne, ou à la transformation d'une masse terrestre en énergie toutes les quatorze secondes. La source de cette énergie pourrait être un trou noir situé au centre du quasar.

C'est en supposant que ce quasar apparaît aussi brillant en partie à cause d'une amplification gravitationnelle que les astronomes l'ont placé sur une liste de 150 candidats. Tous ces quasars ont été observés à haute résolution à l'observatoire de La Silla et ailleurs; cinq d'entre eux ont montré des images multiples, et quatorze autres sont suspectés d'être multiples. L'effet de lentille gravitationnelle est ainsi plus courant que prévu.



Isophote du quasar double. Voir image en couverture.

La première image de Q1208+1011 a été obtenue en avril 1987, mais ce n'est qu'en mai 1991 qu'une analyse détaillée a indiqué qu'elle était peut-être double, cela grâce à une méthode de traitement d'image développée par le groupe.

Une autre image a été obtenue au télescope de 2m20 de La Silla en juillet 1991 et l'analyse montre clairement deux images séparées de 0,45 secondes d'arc. L'image la plus brillante est située au nord et domine l'autre d'un facteur 3,5. Un groupe américain a depuis obtenu une image avec le Hubble Space Telescope. L'analyse par le groupe international a montré que malgré les mauvaises conditions de prise de vue (pas de guidage), elle confirme les données obtenues depuis le sol.

Lentille gravitationnelle ou quasar double?

Q1208+1011 est le quasar le plus distant dont l'image soit dédoublée. C'est aussi celui dont la séparation entre les composantes est la plus petite, parmi les quelques quasars à images multiples. Mais pourrait-il être réellement constitué de deux quasars proches?

Ceci ne peut être décidé qu'en obtenant des spectres des composantes. S'ils sont différents on a affaire à deux quasars, sinon il doit s'agir d'un effet gravitationnel. En raison de la faible distance, l'obtention de spectres individuels est très délicate.

Le spectre combiné de Q1208+1011 montre de nombreuses raies d'absorption, dues à l'hydrogène, au carbone, au silicium, à l'aluminium, au magnésium et au fer présents dans plusieurs galaxies se trouvant sur la ligne de visée du quasar, au trois quarts de sa distance. L'une d'elles pourrait bien jouer le rôle de lentille gravitationnelle.

Une étude détaillée des recherches sur Q1208+1011, par P. Magain, J. Surdej, C. Vanderriest, B. Pirenne et D. Hutsemekers paraîtra dans le journal européen *Astronomy and Astrophysics*.

L'importance de Q1208+1011

La découverte de ce quasar double à cette énorme distance est très excitante, et des études supplémentaires avec des techniques de pointe donnant une très bonne définition sont prévues. Les astronomes comptent utiliser le télescope NTT (New Technology) de l'ESO, le Nordic

Optical Telescope de la Palma, et le télescope Canada-France-Hawaii du Mauna Kea. On espère ainsi avoir bientôt des spectres permettant de décider de la nature de Q1208+1011. S'il s'agit d'un quasar double il nous donnera l'occasion d'étudier un objet particulièrement rare (un seul autre est connu) au tout début de l'univers.

Les deux images seront surveillées pendant les prochaines années afin de déceler d'éventuelles variations. S'il s'agit d'une lentille gravitationnelle, comme cela semble le plus probable, toute variation de la luminosité d'une image doit être accompagnée d'une variation similaire de l'autre image avec un certain délai temporel. Ce délai est déterminé par la différence de trajet optique entre les deux images. Avec quelques hypothèses, cela permettra de déterminer la constante de Hubble qui décrit l'expansion, et donc l'âge, de l'univers. Cela est bien sûr un résultat extrêmement important.

On peut aussi s'attendre à des fluctuations rapides de luminosité qui sont dues à un effet de « micro-lentille » lorsque des objets très compacts se meuvent en plein dans la ligne de visée. En théorie, cela permettrait de déceler des objets de la taille d'une planète à des milliards d'années-lumière.

La lumière de Q1208+1011 a voyagé vers nous depuis plus de 80 pour cent de l'âge de l'univers. Nous avons donc affaire à un double mirage : l'image distordue d'un objet qui probablement n'existe plus!

* * *

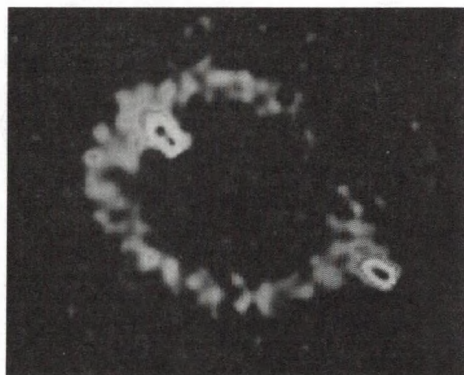
Mirage en anneau

Dans certains cas fortuits, une lentille gravitationnelle peut former une image annulaire (« anneau d'Einstein »). C'est une telle observation, faite par des astronomes américains, dans le domaine des ondes radio, que nous présentons dans *Le Ciel* de septembre 1988 (vol. 50, page 246).

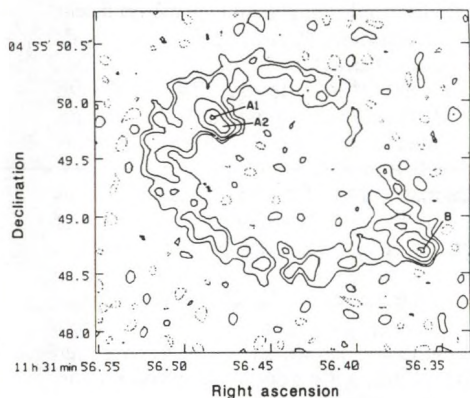
Depuis la découverte de la première lentille gravitationnelle en 1979, toute une variété de mirages dus à la gravitation ont été mis en évidence. Les plus frappants sont sans doute les images quadruples de quasars (« croix d'Einstein »), la déformation de galaxies

lointaines en immenses arcs, et ces fameux anneaux presque parfaits décelés en ondes radio. Il est très probable que de nombreux autres types d'images, moins spectaculaires peut-être, existent selon le degré d'alignement et la nature des objets situés sur la ligne de visée.

Profitant des excellentes images données par le télescope NTT (New Technology Telescope) de l'ESO, une équipe internationale comprenant les liégeois Alain Smette et Jean Surdej, a pu obtenir des images optiques et des spectres de MG1131+0456, l'anneau d'Einstein dont nous parlions il y a trois ans. Il semble que l'objet transformé en anneau soit une galaxie radio, et que la galaxie agissant comme lentille soit une galaxie elliptique.



L'image radio de l'anneau d'Einstein MG1131+0456, obtenue avec le Very Large Array.



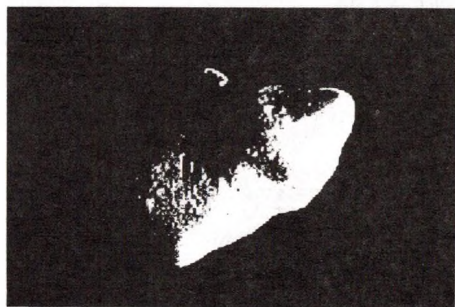
A gauche les isophotes radio; à droite les isophotes optiques, après soustraction de la galaxie lentille.

L'astéroïde (951) Gaspra

Selon *Science, Sky & Telescope*
et le communiqué de presse
ESO PR 09/91 du 22 octobre

L'image ci-jointe montre le premier astéroïde qui ait jamais été visité par une sonde spatiale, en l'occurrence Galileo (voir « l'Astronomie dans le monde », dans *Le Ciel*, vol. 53, octobre et novembre 1991), qui en est passé à 1600 kilomètres le 29 octobre à 22:37 (temps universel). La vitesse relative était de 8 kilomètres par seconde. La résolution de l'image (les plus petits détails) est de l'ordre de 200 mètres. On estime la plus grande dimension de Gaspra à 20 kilomètres, et la plus petite à 11 kilomètres, ce qui en fait un corps de taille très semblable au satellite de Mars Deimos et au noyau de la comète de Halley.

Gaspra a été découvert le 30 juillet 1916 à l'observatoire Simeis, en Crimée, par Grigorii Nikolaevitch Neujmin (1886-1931), qui est également le découvreur de 6 comètes et de 71 autres astéroïdes. Neujmin a nommé Gaspra en l'honneur d'une ville de Crimée, en bordure de la Mer Noire, où Tolstoï a longtemps séjourné (la ville de Gaspra se trouve à 10 kilomètres de Yalta).



L'astéroïde (951) Gaspra photographié par la sonde Galileo, plus d'une demi-heure avant la rencontre historique.

Le but de la visite de Galileo est d'élucider un des grands mystères du système solaire, l'origine des astéroïdes : ces petites planètes sont-elles formées à partir des résidus de la nébuleuse primitive, ou bien avaient-elles pour parents des planètes primordiales au sein desquelles leur composition a été élaborée? L'étude d'un des astéroïdes de la classe la plus abondante, la classe « S », aurait permis de récolter des images et des spectres de très grande valeur. Les astéroïdes S ont longtemps été considérés comme les parents des météorites de type « chondrite ». Ces météorites sont apparemment constituées de matériaux primitifs du système solaire. Par conséquent les astéroïdes S devraient l'être aussi. Mais des observations récentes indiquent une abondance trop élevée en métaux dans les astéroïdes S. Pour expliquer cela, il faut admettre que ces petites planètes ont été pendant un temps au cœur d'astres plus importants où, comme au centre de la Terre, la haute température a permis une concentration des éléments lourds. Les nombreuses collisions au sein de la ceinture des astéroïdes ont ensuite eu raison de ces astres primordiaux et ont laissé des débris de haute concentration métallique.

Pour résoudre cette question, l'objectif initial de Galileo était l'astéroïde Amphitrite, d'un diamètre imposant de 200 kilomètres, et représentant parfait de l'espèce S.

Les malheurs de Galileo (sur lesquels nous ne reviendrons pas cette fois) firent s'écrouler cet espoir et le hasard des positions célestes (donc l'horoscope de Galileo) imposa de se rabattre sur une cible beaucoup moins intéressante. Gaspra est très petit et la résolution de la caméra n'en permet pas une étude bien fouillée. Galileo n'est décidément pas né sous une bonne étoile.

Outre sa petitesse, Gaspra présente un autre désavantage par rapport à Amphitrite : ce n'est pas un astéroïde S très typique. Son abondance en olivine est telle qu'elle en fait un astre pratiquement inclassable. Il est très probable qu'il ait subi quelque transformation au cours de son histoire et qu'il ne représente pas du tout un astre primordial.



L'astéroïde (951) Gaspra. La photo a été obtenue au grand télescope de Schmidt d'un mètre de l'observatoire de La Silla. Elle a servi à préciser la position de l'astéroïde en prévision de la visite de Galileo. L'étoile brillante est Rho (ρ) Ophiuchi, entourée d'une nébulosité. (Cliché European Southern Observatory.)

Au vu de la première image, les spécialistes ont d'ailleurs pu déduire que Gaspra a vécu une histoire mouvementée et que des collisions catastrophiques l'ont considérablement amputé.

Les scientifiques sont assez déçus car, outre la mauvaise résolution de l'imagerie, il est probable que les spectres n'apporteront pas grand chose de plus que ceux que l'on peut déjà obtenir du sol.

L'observation de Gaspra a été d'une extrême complexité pour la bonne raison que Galileo, en panne d'antenne, est pratiquement sourde et muette. Comment guider la caméra vers un petit astre se déplaçant dans l'immensité du cosmos à la vitesse de 29.000 kilomètres à l'heure? Si les communications avaient bien fonctionné, les manœuvres de

pointage auraient pu se faire par approximations successives lors de l'approche. La dernière image de guidage devait se prendre la veille du survol. La lenteur des communications n'a pas permis d'en obtenir moins d'une semaine à l'avance! La position exacte de Gaspra par rapport à Galileo étant impossible à estimer, il a fallu faire mitrailler par la caméra la région approximative du ciel où pouvait se trouver l'astéroïde. Pour cela 51 images ont été prises, couvrant un champ assez grand, de sorte que les ingénieurs estimaient à 95 pour cent la probabilité pour que Gaspra soit au moins sur l'une d'elles. Mais il fallait du temps pour prendre tous ces clichés, et, en raison de la vitesse relative, beaucoup d'entre eux ont été obtenus à une plus grande distance que ce qui était prévu.

La récolte a-t-elle été bonne? On ne le saura vraiment qu'en décembre 92, car, l'antenne principale étant hors d'usage, il faudra transférer les données (enregistrées à bord) par une petite antenne de bien moindre puissance lors de la prochaine et dernière approche de la sonde près de la Terre. A moins que d'ici là on ait réussi à déployer l'antenne récalcitrante. Mais on ne pouvait laisser les spécialistes un an dans cette attente. C'est ainsi que la réception d'une première photo a été décidée. Elle a demandé 20 heures en utilisant une antenne de la NASA de 70 mètres située en Australie. Et encore ne s'agissait-il que de la partie de l'image où se trouvait l'astéroïde. On a pu constater que le pointage de la caméra avait été parfait.

Jusqu'à présent toutes les rencontres de sondes spatiales avec d'autres astres ont apporté des résultats d'une richesse inespérée, et des surprises extraordinaires. Pourquoi n'en serait-il pas de même cette fois? Le premier cliché rapproché incite à un optimisme prudent.

* * *

Soleil et climat

Depuis longtemps des scientifiques cherchent à mettre en évidence une raison astronomique aux variations du climat terrestre. La luminosité solaire a été mise en cause : il ne fait pas de doute qu'une forte modification de celle-ci devrait se répercuter d'une certaine façon sur notre climat. Mais comment s'exprimerait-elle, et avec quelle ampleur? Les très faibles variations actuelles (mesurées depuis peu par satellite) de l'irradiance solaire pourraient-elles vraiment influencer un tant soit peu le climat? Les experts en climatologie ne parviennent pas à expliquer comment.

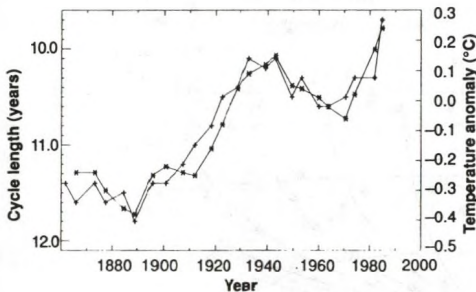
Le problème n'est pas simple. Après tout, c'est lorsque la Terre est au plus près du Soleil (périhélie), et qu'elle reçoit globalement la plus forte insolation, que l'hémisphère nord connaît l'hiver! Dans ce cas un autre facteur géométrique intervient, l'inclinaison de l'axe de la Terre, qui rend compte de la différence entre les deux hémisphères. On pourrait alors considérer que l'hémisphère austral, cumulant les deux facteurs, subit des hivers plus rudes,

et des étés plus torrides que nous. Là non plus la réponse n'est pas évidente, car la répartition des terres et des océans sur le globe est totalement asymétrique.

Tout cela explique bien sûr la difficulté de comparer le climat des deux hémisphères, mais donne aussi une idée de la multitude des variables qui viennent influencer le climat et dissimuler l'effet du Soleil. Et d'autres problèmes viennent immédiatement à l'esprit : comment décrire l'irradiance de l'astre du jour avant les observations par satellite? quelle mesure de l'activité passée du Soleil doit être adoptée? comment mesurer le climat de façon objective?

On ne s'étonnait donc pas trop que les études les plus soigneuses n'aient pas encore mis en évidence de corrélation nette entre l'activité du Soleil et le climat. Nombre de chercheurs ont analysé les effets les plus divers pour tenter de faire ressortir une influence solaire dans les variations climatiques. Un exemple particulièrement cuisant de cette recherche a été l'analyse de sédiments vieux de 680 millions d'années et qui semblaient présenter une stratification synchronisée avec le cycle des taches solaires. Après quelques années il fallut déchanter, ce n'était pas le cycle solaire de 11 ans que l'on voyait, mais un cycle des marées lunaires — dont l'influence sur la sédimentation n'est pas un grand mystère. De nombreux autres échecs n'avaient pas empêché le « Marshall Institute » d'émettre un rapport faisant état de belles corrélations au cours des derniers siècles, et cela malgré l'incrédulité des scientifiques. Ce rapport avait comme plus curieuse particularité de bénéficier d'un accueil très favorable à la Maison Blanche. Ses promoteurs étaient aussi de grands visionnaires, car ils prédisaient dans la foulée une diminution de la luminosité du Soleil au cours du prochain siècle! Etait-ce là une nouvelle preuve de l'influence des astrologues sur la présidence américaine? Pas du tout. En prédisant la chute de la luminosité solaire, et en démontrant la baisse consécutive de la température, on arrivait à contrecarrer exactement les désastres de l'effet de serre, et ainsi à rassurer l'opinion. Cet étrange rapport est tombé aux oubliettes.

L'irradiance solaire, et ses variations, n'étant bien connues que depuis une décennie, les climatologues avaient tenté de représenter l'influence passée du soleil par divers paramètres, tels que la fréquence des aurores polaires, l'activité du Soleil au maximum de ses cycles, l'abondance de carbone 14 dans l'atmosphère (enregistrée dans les anneaux successifs observés dans la coupe des arbres). Quant à la température du globe, elle n'est bien connue que pour le dernier siècle et pour les terres de l'hémisphère nord. En mettant en regard ces divers paramètres, il faut bien reconnaître que rien de concluant n'avait été obtenu. Mais deux climatologues danois ont eu l'idée d'utiliser une autre mesure de l'activité solaire, la longueur du cycle des taches. En effet, cette durée (en moyenne d'un peu plus de onze ans) n'est pas constante, mais varie de façon apparemment assez anarchique, les cycles les plus longs correspondant aux moments de plus faible activité. Les chercheurs danois ont montré qu'il y a une excellente corrélation entre la longueur du cycle et la température moyenne des terres de l'hémisphère nord (voir figure ci-dessous).



Il existe une corrélation très nette entre la longueur du cycle solaire (+) et la température moyenne des terres de l'hémisphère nord (*) au cours du dernier siècle.

L'utilisation de la température moyenne du globe serait naturellement préférable, mais on ne dispose pas de données aussi complètes et aussi précises. La courbe publiée par l'Office Météorologique de Grande Bretagne et l'Université d'East Anglia (voir *Le Ciel*, février 1991, page 70) montre cependant une allure tout à fait semblable, avec un réchauffement général, un maximum dans les années 40 et une remontée spectaculaire depuis une vingtaine d'années. Il est encore trop tôt pour pouvoir affirmer que la longueur du cycle est une bonne indication de la luminosité solaire. C'est un tout cas un paramètre spécifique au Soleil, et on est donc en présence de la meilleure corrélation jamais observée entre le climat et l'activité solaire.

Les scientifiques ne sont pas convaincus pour autant. Ils ont cherché tant de corrélations entre tant de variables qu'il était presque inévitable que certaines se manifestent, uniquement par le hasard. D'autre part il reste à expliquer pourquoi de minuscules variations de la luminosité solaire pourraient induire des variations sensibles de la température du globe. Enfin, la corrélation proposée semble remettre en question une influence quelconque de l'effet de serre, puisque le réchauffement de la planète serait entièrement expliqué par le Soleil. Serait-ce le retour du rapport Marshall? En tout cas les climatologues danois se gardent bien de prédire l'évolution prochaine du Soleil, et celle du climat.

* * *

La découverte du rayonnement cosmique à 3 K

La découverte du bruit de fond de l'univers a marqué une étape importante de la cosmologie observationnelle puisque ce rayonnement provient des premiers instants du cosmos et constitue un argument majeur en faveur de la théorie du Big Bang. L'importance de cette observation a valu le prix Nobel à Penzias et Wilson qui, en 1965, avaient mesuré la température du ciel comme étant de $3,5 \pm 1$ K. L'univers émet donc un rayonnement qui est très proche de celui d'un « corps noir » à la

température de 3 degrés absolus (aussi paradoxal que cela puisse paraître, les physiciens appellent corps noir l'émetteur « idéal »; en fait il est également l'absorbant parfait, d'où l'appellation!).

Mais voilà que l'on vient de s'apercevoir que, dès 1956, un radio-astronome français, E. Le Roux, avait écrit une thèse dans laquelle il annonçait la détection du bruit de ciel, avec une température de 3 ± 2 K. Il avait même conclu à l'origine extragalactique de ce rayonnement. Malheureusement, ce travail n'a pas été publié dans les journaux astronomiques, et personne ne s'en était souvenu... jusqu'à maintenant.

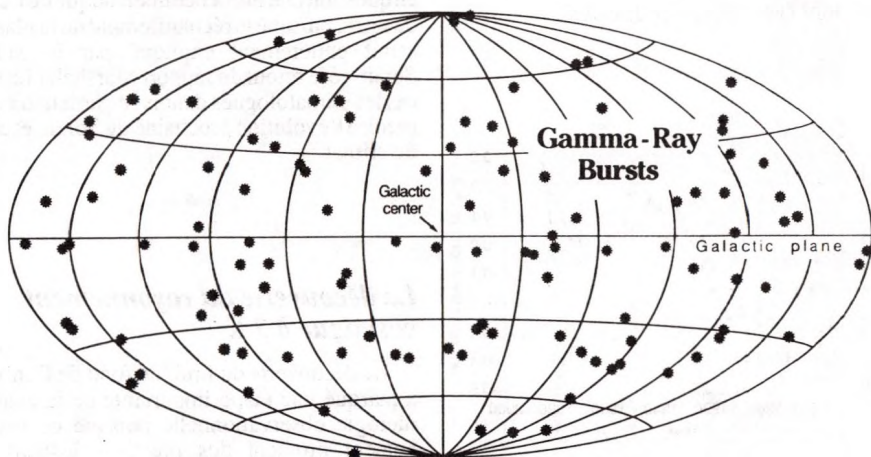
L'importance de ce rayonnement est telle qu'un satellite, Cosmic Background Explorer (COBE) a été lancé pour en étudier les propriétés, et en particulier de possibles asymétries qui nous renseigneraient sur l'origine des concentrations de matière (galaxies, amas de galaxies). Les premiers résultats de COBE ont permis d'affiner la valeur de la température du rayonnement « fossile », et l'on sait mainte-

nant qu'elle vaut 2,73 K, en accord avec les mesures de Le Roux, et à la limite inférieure de la fourchette donnée par Penzias et Wilson.

* * *

Le mystère des bursters gamma

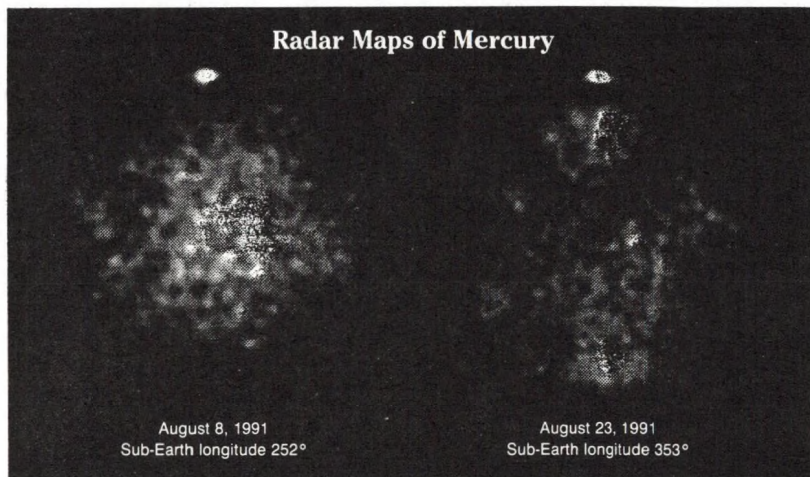
Le satellite astronomique GRO, spécialement dédié à l'étude des rayons gamma (*Le Ciel*, vol. 53, avril 1991, p137), a permis d'établir une carte préliminaire de plus de cent sources (« bursters ») responsables de sursauts. Cette carte constitue une surprise pour les astronomes qui croyaient avoir remarqué une concentration particulière de ces sources le long du plan de la Galaxie, ce qui indiquait sans discussion une origine galactique, origine que l'on pensait d'ailleurs liée aux étoiles à neutrons.



Distribution des sources à sursaut gamma, dans une carte où l'équateur est le plan galactique.

En réalité, il n'en est rien. Les bursters sont distribués au hasard sur toute la sphère céleste. Cela ne veut pas dire qu'une origine galactique soit à exclure. Mais alors il faut que les sources soient très proches, assez proches pour que la structure aplatie de la Galaxie n'en influence pas la distribution. L'autre solution qui permet d'avoir une structure isotrope, est celle de sources extragalactiques très éloignées. Elles

seraient parfaitement indépendantes de notre Voie Lactée. Dans ce dernier cas il faudrait leur supposer des énergies extrêmes, pour être visibles avec autant d'intensité. Mais ce n'est pas impossible : une étoile à neutron située à dix ou quinze milliards d'années-lumière de nous, et qui aurait le malheur de se laisser engloutir par un trou noir de masse stellaire provoquerait un flash de cette nature.



Deux images radar de Mercure, à la longueur d'onde de 3,5 centimètres. Le point blanc situé au sommet du disque marque le pôle nord, alors incliné de 10° vers nous.

Une calotte polaire de glace sur Mercure

Voici plus de quinze ans, la sonde Mariner 10 scrutait de près la surface de la planète la plus proche de l'astre du jour. En orbite autour du Soleil avec une période de six mois, double de celle de Mercure, Mariner 10 passait près de la planète à chaque révolution. Par un phénomène de synchronisation assez compliqué, permis par la forte excentricité de l'orbite de Mercure, la période de rotation de celle-ci est précisément égale aux deux tiers de la période de révolution. Aussi, à chaque passage, et au grand dam des astronomes, Mariner 10

voyait toujours le même paysage, assez semblable à celui de la Lune. Après trois orbites, Mariner tombait en panne du gaz qui lui permettait d'effectuer ses manœuvres, et on interrompait les communications. C'est ainsi que l'on n'a pas une connaissance précise d'environ la moitié de la planète.

Une partie de cette « terra incognita », contenant le pôle nord, vient d'être étudiée par radar depuis la Terre. Ce ne fut pas un mince exploit ! Contrairement aux radars habituels, ce n'est pas la même antenne qui était utilisée pour l'émission du faisceau et pour la réception des échos. Le faisceau d'ondes, d'une puissance de 500 kilowatts, a été émis de façon continue

pendant huit heures à la longueur d'onde de 3,5 centimètres, le 8 août 91, par l'antenne géante de 70 mètres de la NASA, à Goldstone en Californie. la réception était faite en permanence par le Very Large Array (VLA) de Socorro au Nouveau Mexique, constitué de 27 antennes éparpillées sur une trentaine de kilomètres. Une deuxième observation semblable a été faite le 23 août ce qui a permis d'observer Mercure sous un angle différent.

Malgré la résolution assez faible, de l'ordre de 150 kilomètres, on distingue quelques régions bien marquées, qui correspondent à des différences de rugosité en surface. Les régions brillantes pourraient être des bassins d'impact géants. Mais la découverte la plus remarquable est le point brillant qui marque la position du pôle nord. La glace, si elle est suffisamment froide, réfléchit très bien les ondes radar, et l'on sait par exemple que les calottes polaires martiennes présentent au radar un aspect très semblable à celui que l'on découvre pour la calotte nord de Mercure.

Bien que l'on puisse conclure à d'autres matériaux réfléchissant les ondes radar, leur présence au pôle de Mercure serait tout à fait fortuite. Par contre, de la glace pourrait bien exister au pôle de cette planète torride.

En effet, le mouvement de Mercure est tel que le Soleil reste toujours très proche de l'équateur. L'écart maximal n'est que de quelques minutes d'arc. Dans ces conditions, le Soleil reste toujours très rasant au pôle. En l'absence d'obstacle, un observateur situé à l'un des pôle ne verrait en permanence que la moitié du disque solaire à l'horizon. Tenant compte du relief, les zones d'ombre, parfois permanentes, n'y sont pas rares, et il n'est donc pas étonnant que des températures extrêmement basses y règnent, de l'ordre de -150°C . A ces températures, la glace ne se sublime pratiquement pas, et peut durer quasi éternellement. D'autant plus que quelques dizaines de centimètres de poussière doivent la recouvrir — ce qui n'empêche pas la détection par radar.

On saura en 1994 si le pôle sud présente le même phénomène, ce qui serait une confirmation presque définitive de cette découverte. Mercure sera alors parfaitement placée pour une telle observation.

Les cendres du Pinatubo

Dans le numéro d'octobre (page 287) nous montrions le début de l'expansion des nuées volcaniques du Pinatubo. Les observateurs attentifs auront maintenant pu constater de leurs propres yeux la suite de cette expansion. Ils auront en effet remarqué l'aspect insolite des couchers et levers de Soleil depuis quelques semaines (par exemple, le 30 novembre et du 7 au 11 décembre). Les magnifiques teintes roses et pourpres que prend le ciel par temps clair sont dues aux cendres du volcan philippin qui sont parvenues jusqu'à nos latitudes. Le soir du 10 on pouvait même voir distinctement les striations de ces nuages élevés. Curieusement, alors que la coloration particulière s'étend très haut au-dessus de l'horizon, une zone brillante bleue-verte marque l'endroit où le Soleil a disparu (ou va apparaître).

Le phénomène devrait durer jusqu'au printemps prochain. Cela ne fait pas l'affaire des astronomes : l'éclat des astres s'est affaibli de quelque 15 à 20 pour cent!