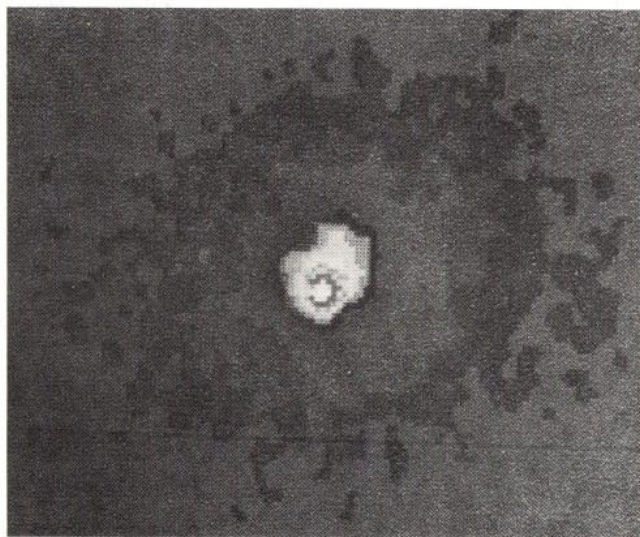

L'astronomie dans le monde

J. Manfroid

La comète de Halley encore bien active

Dans un récent communiqué de presse, l'Observatoire Européen Austral (ESO) publie une image de la célèbre comète alors qu'elle se trouvait à la distance d'environ un milliard deux cent cinquante millions de kilomètres (à peu près la distance de Saturne). Pour obtenir cette image il a fallu composer 50 enregistrements CCD obtenus au cours de 19 nuits avec un télescope de 1m50, et totalisant plus de onze heures de pose. La présence d'un important nuage de poussières autour de la comète témoigne de l'activité encore soutenue de l'objet.



Reproduction en noir et blanc d'une image composite en fausses couleurs de la comète de Halley obtenue en avril et mai 1988 au télescope danois de 1m50. La comète était alors à plus d'un milliard de kilomètres de la Terre. (Cliché European Southern Observatory)

L'ESO a l'intention de continuer la surveillance de P/Halley. Des observations sont prévues en 1989 et 1990. A ce moment la comète sera à près de deux milliards de kilomètres de nous.

Les satellites des planètes

La découverte de nouveaux satellites, principalement lors des missions spatiales Voyager, a fourni du travail à une sous-commission de l'Union Astronomique Internationale: il s'agissait de leur donner un nom. Cela est chose faite et nous en profitons pour publier une liste, provisoirement à jour, des satellites du système solaire.

Planète	satellites	demi grand-axe (km)	période orbitale (jours)	rayon (km)
Terre	Lune	384.000	27,32	1738
Mars	Phobos	9.378	0,319	11
	Deimos	23.459	1,262	6
Jupiter	Métis	127.960	0,295	20
	Adrastée	128.980	0,297	12
	Amalthée	161.140	0,418	100
	Thébé	222.330	0,675	40
	Io	421.600	1,769	1.815
	Europe	670.900	3,551	1.570
	Ganymède	1.070.000	7,155	2.630
	Callisto	1.883.000	16,689	2.400
	Léda	11.110.000	240,	3-8
	Himalie	11.476.000	250,6	50-60
	Lysithée	11.700.000	259,2	7
	Elara	11.737.000	259,7	12-20
	Anaké	21.200.000	630 (R)	7
	Carmé	22.600.000	692 (R)	7-10
	Pasiphaé	23.500.000	739 (R)	6-10
Sinopé	23.600.000	758 (R)	7-10	

Planète	satellites	demi grand-axe (km)	période orbitale (jours)	rayon (km)
Saturne	Atlas	137.670	0,602	15
	Prométhée	139.400	0,613	50
	Pandore	141.700	0,629	45
	Epiméthée	151.422	0,694	60
	Janus	151.472	0,695	100
	Mimas	188.224	0,864	195
	Encelade	240.192	1,389	250
	Téthys	296.563	1,906	525
	Télesto	296.560	1,906	12
	Calypso	296.560	1,906	14
	Hélène	378.600	2,739	16
	Dioné	379.074	2,756	560
	Rhée	527.828	4,528	765
	Titan	1.221.432	15,938	2.570
	Hypérion	1.502.275	21,739	150
Japet	3.559.400	79,243	720	
Phoebé	12.900.000	550,4(R)	110	
Uranus	Cordélie	49.771	0,330(R)	25
	Ophélie	53.796	0,372(R)	25
	Bianca	59.173	0,433(R)	25
	Cressida	61.777	0,463(R)	30
	Desdémone	62.676	0,475(R)	30
	Juliette	64.352	0,493(R)	40
	Portia	66.085	0,513(R)	40
	Rosalinde	69.942	0,558(R)	30
	Bélinda	75.258	0,622(R)	30
	Puck	85.890	0,761(R)	85
	Miranda	129.780	1,414(R)	240
	Ariel	191.240	2,520(R)	580
	Umbriel	265.970	4,144(R)	595
Titania	435.840	8,706(R)	805	
Obéron	582.600	13,463(R)	775	
Neptune	Triton	355.000	5,876(R)	1600-2640
	Néréide	5.562.000	359,88	140-300
Pluton	Charon	17.000	6,4	675-900

Néréide

Comme l'indique le tableau précédent, les informations concernant les dimensions de Néréide sont très incomplètes. Des mesures photométriques récentes indiquent que son éclat varie avec une amplitude de plus d'une magnitude et demi. Cela indique soit une surface recouverte de taches sombres et brillantes (comme Japet) soit une forme très allongée. La rotation du satellite explique alors les variations photométriques. Si Néréide est gros (300km ou même plus), alors il est presque certainement sphérique (sous l'effet de leur gravité, les astres aussi importants ne peuvent conserver une forme très irrégulière) et l'hypothèse des taches doit être retenue. Voyager 2, qui se dirige actuellement vers Neptune, apportera la réponse dès l'année prochaine.

Le deutérium martien

Le deutérium est un *isotope* de l'hydrogène habituel. Cela veut dire qu'il en a toutes les propriétés excepté la masse: il est deux fois plus lourd. Le noyau de l'atome d'hydrogène est constitué habituellement d'un proton, tandis que celui du deutérium comporte en plus un neutron, particule neutre de même masse. Les récentes mesures de l'abondance du deutérium sur Mars ont montré qu'il y est six fois plus représenté, par rapport à l'hydrogène, que sur la Terre.

C'est en fait le rapport de l'abondance de l'eau lourde à l'eau normale que les astronomes ont mesuré avec le télescope CFH (Canada-France-Hawaii) de 3m60 du Mauna Kea. L'eau lourde voit un de ses atomes d'hydrogène remplacé par un atome de deutérium.

La surabondance de deutérium semble impliquer qu'une grande partie de l'eau présente dans l'atmosphère martienne dans les temps anciens a été dissociée par le rayonnement solaire et que, grâce à sa faible masse, l'hydrogène s'est échappé plus facilement de la planète. Les astronomes trouvent ainsi que 99 pour cent de l'eau ont été perdus. Mais cela ne suffit pas.

Les images de la surface martienne obtenues par les sondes spatiales prouvent la présence de grandes quantités d'eau dans le passé. Cette eau a laissé des traces d'érosion incontestables. Pour expliquer la disparition de cette eau il faut que le processus de photodissociation ait été plus important dans le passé. Les modèles atmosphériques de Mars montrent qu'une atmosphère humide et plus chaude entraînerait précisément un regain de la photolyse. De grandes masses d'eau sous forme liquide (océans) sont nécessaires pour établir une atmosphère humide, dense, et par conséquent plus chaude.

La planète Mars, qui est maintenant l'objet de la curiosité de tous les amateurs, était donc bien semblable à la Terre il y a quelques milliards d'années. Il est naturellement tentant de penser que la vie a pu s'y établir, et que l'on y découvrira bientôt un trésor de fossiles, à défaut de petits hommes verts.

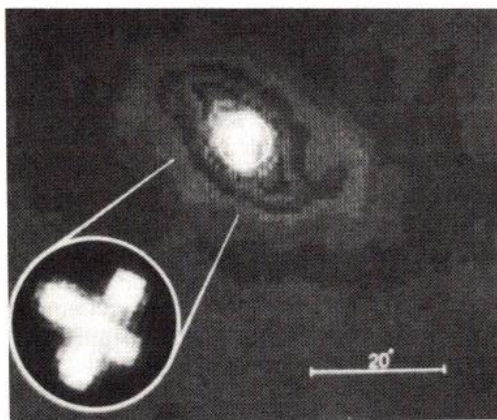
Quasars quadruples

Le noyau de la galaxie spirale 2237+0305 dans Pégase abrite l'un des objets les plus étonnants de l'univers. Alors que le décalage vers le rouge (redshift) du spectre de la galaxie est de 0,04, celui du noyau est de 1,70 indiquant une vitesse de récession beaucoup plus importante, constituant une fraction appréciable de la vitesse de la lumière. Le redshift, selon la théorie de l'expansion de l'univers, est lié de façon simple (proportionnelle) à la distance. On ne peut évidemment imaginer que le noyau de la galaxie se trouve des dizaines de fois plus loin que le reste de la galaxie, pas plus que l'on ne comprendrait que le noyau soit animé d'un mouvement si important par rapport au disque. On en déduit donc que, par une coïncidence extraordinaire, ce que l'on voit n'est pas le noyau de la galaxie, mais un quasar lointain situé exactement dans la même direction.

Cette idée est confirmée par le fait que le spectre est bien celui d'un quasar. Des images obtenues dans des conditions atmosphériques exceptionnelles avec le télescope de 3m60 d'Hawaii montrent qu'il n'y a pas un seul quasar mais bien quatre, arrangés autour du vrai noyau de la galaxie. Voilà de quoi troubler les astronomes. L'observation de quasars multiples n'est pas nouvelle, et nos lecteurs auront reconnu une des illusions spectaculaires que peut nous offrir la nature.

L'interprétation la plus simple fait de nouveau appel au phénomène de lentille gravitationnelle décrit par la théorie de la relativité générale d'Einstein. En déformant localement l'espace-temps, la galaxie dévie les rayons lumineux qui passent à sa proximité, à la façon d'une lentille. L'alignement exact qui existe ici donne cette image quadruple inhabituelle.

Ces images par Tony Tyson et Howard Yee montrent la galaxie 2237+0305 et, agrandi, le mirage quadruple entourant le vrai noyau.



Un point agace les astrophysiciens: l'alignement Terre-galaxie-quasar doit être si parfait qu'il est difficile à admettre selon la théorie des probabilités. Evidemment les coïncidences ne sont jamais à exclure, mais comme le dit P.

Schneider, qui a observé l'objet avec le télescope de 5 mètres du Mont Palomar, "l'existence d'autres exemples comme 2237+0305 parmi les galaxies proches jeterait de sérieux doutes sur nos théories favorites concernant l'univers extra-galactique". En somme, gagner une fois le gros lot à la loterie, cela peut arriver, mais deux fois c'est impossible.

Et pourtant! Un récent communiqué de presse de l'ESO, annonce que des observations faites par un groupe d'astronomes européens (parmi lesquels figurent des membres de l'équipe extragalactique liégeoise P. Magain, J. Surdej, J.P. Swings et M. Remy) semblent concerner quelque chose de très analogue. En utilisant le télescope de 2m20 de La Silla (ESO, Chili), dans des conditions atmosphériques exceptionnelles, ces astronomes ont résolu le quasar H1413+117 en un objet quadruple (voir photo de couverture). Le redshift de ces images, puisqu'il s'agit là aussi d'un mirage gravitationnel, est de 2,55, indiquant une vitesse encore plus élevée que pour l'objet précédent. La galaxie lentille n'est pas visible directement, mais sa présence est clairement indiquée par des raies d'absorption dans le spectre du quasar. Laissons maintenant aux spécialistes le soin de trouver une explication, et réjouissons-nous de voir l'astronomie belge encore une fois à l'avant-plan de l'actualité.

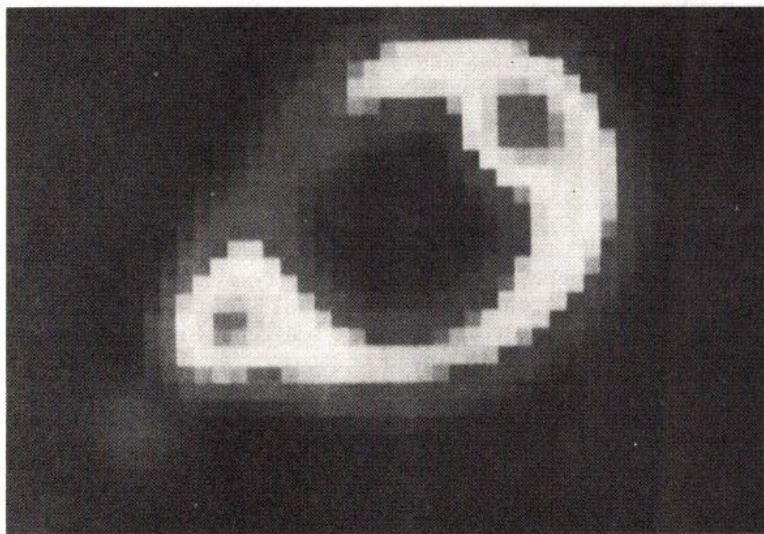
Fluor et neutrinos

Les neutrinos sont des particules que crée en quantités vertigineuses l'effondrement d'une étoile massive (supernova de type II). C'est ainsi que la supernova du Grand Nuage de Magellan, SN1987A, a libéré un flux important de ces particules que l'on a pu détecter depuis la Terre. Si l'on se souvient que les neutrinos n'interagissent pratiquement pas avec la matière (on a calculé qu'ils traverseraient sans encombre des années-lumière de plomb), et si l'on considère l'énorme distance du Grand Nuage, on imagine la quantité fantastique de ces neutrinos que l'étoile a dû émettre pour que quelques dizaines d'entre eux soient capturés dans nos détecteurs.

C'est bien sûr tout près de l'étoile, dans son coeur même, que le flux de neutrinos est le plus dense. On a pensé depuis longtemps déjà que ces neutrinos pouvaient alors réagir avec un certain nombre de noyaux et en modifier la nature, réalisant ainsi une des alchimies - nucléosynthèses, disent les astrophysiciens - de l'univers. Cette théorie pose quelques problèmes cependant. La nucléosynthèse est la plus efficace très près du centre de l'étoile, mais alors les noyaux produits sont eux-mêmes détruits rapidement. Plus loin, le flux de neutrinos devient insuffisant pour assurer une synthèse adéquate. Deux américains viennent de proposer un processus d'interaction qui serait efficace à mi-chemin, dans les zones dites du Carbone et du Néon de ces supernovae. Un avantage de ce modèle est qu'il permet de rendre compte de l'abondance du fluor observée dans l'univers. Jusqu'à présent aucun mécanisme valable n'était connu pour la nucléosynthèse du fluor. D'autres noyaux plus rares peuvent également être produits par ce mécanisme, en particulier des isotopes de l'aluminium (le fameux aluminium 26) du bore et du lithium.

Mirage en anneau

En se comportant comme des lentilles très complexes, les galaxies peuvent théoriquement former des images d'une grande variété (comme on vient d'ailleurs de le voir). Une possibilité, faisant intervenir une source étendue, est l'apparition d'une image annulaire ("anneau d'Einstein"). Et c'est ce que pensent avoir observé, dans le domaine radio, un groupe d'astronomes américains. La radiosource MG1131+0456 apparaît comme un anneau elliptique s'étendant sur 4 ou 5 secondes d'arc et sur lequel se superposent deux sources compactes diamétralement opposées.

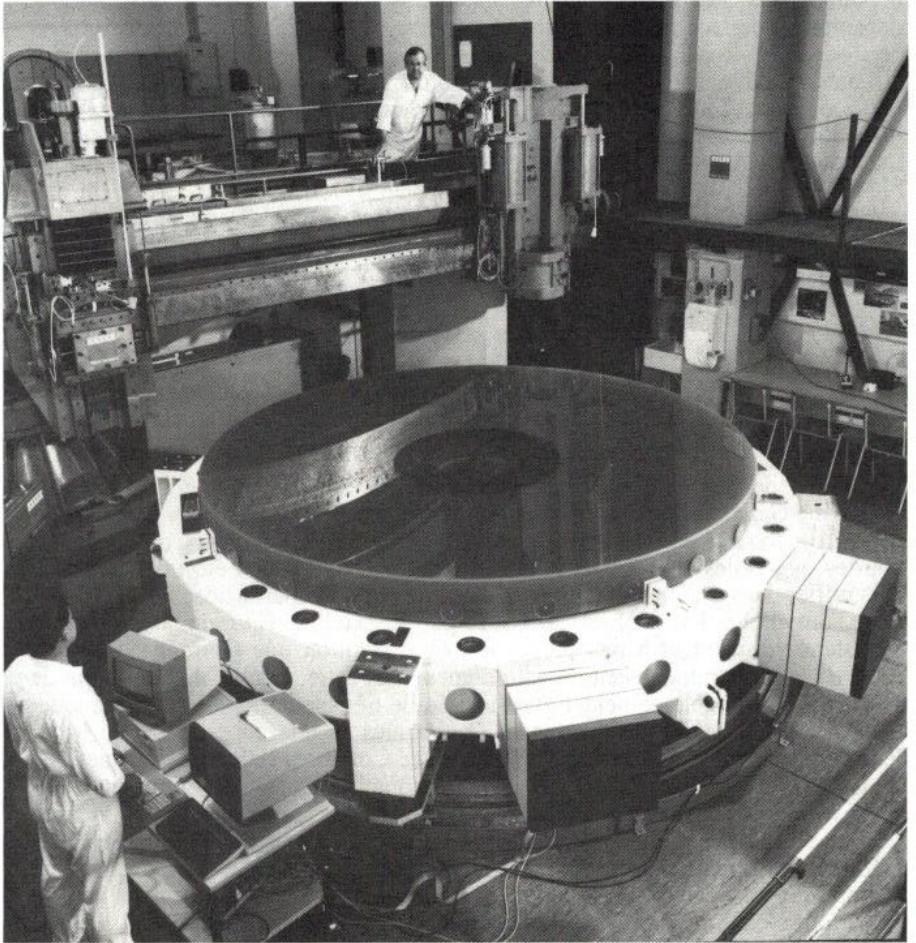


Un mirage gravitationnel dû à un alignement fortuit pourrait bien être responsable de la forme annulaire de la radiosource MG1131+0456 (Image construite à partir des observations radio faites au Very Large Array)

Le télescope NTT

Le miroir de 3m58 de diamètre du futur télescope NTT (New Technology Telescope) de l'ESO est prêt à être transporté au Chili après avoir été poli avec succès par la firme Zeiss. C'est le premier miroir de cette taille à incorporer la

technique dite de l'*optique active*: une série de supports distribués sur la face inférieure du miroir le déforment continuellement de façon à lui assurer une forme optimale, en fonction des conditions extérieures. Certaines des altérations de l'image dues à l'atmosphère sont ainsi corrigées. L'ESO envisage les premières observations avec le NTT pour la fin de 1988.



Le miroir de 3m58 du futur télescope NTT. (Cliché European Southern Observatory)

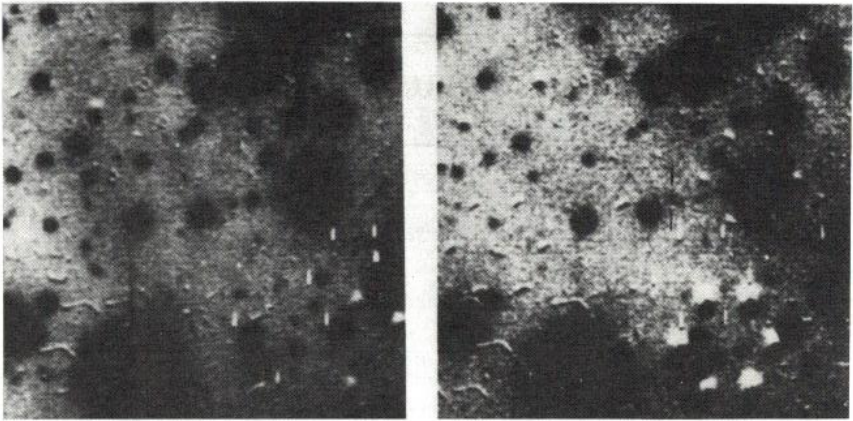
L'âge de l'univers (suite)

Dans "Le Ciel" de novembre 1987 (p.323) nous rapportions comment l'observation des naines blanches permettait d'estimer l'âge de l'univers à un peu plus de dix milliards d'années. Les naines blanches sont des étoiles mortes, dépourvues de leur source d'énergie nucléaire. Leur luminosité est due au lent dégagement de leur chaleur interne et s'épuise inexorablement. Du fait que l'on ne trouve pas de naines blanches plus faibles qu'une certaine valeur, on déduit qu'aucune naine blanche n'a pu se refroidir plus longtemps qu'une certaine période limite. Cette période est un peu inférieure à l'âge de l'univers car il faut bien donner le temps aux étoiles de se former et d'évoluer. Cette logique est inattaquable, mais de nouvelles études théoriques du comportement des naines blanches montrent que celles-ci pourraient bien se refroidir plus lentement que prévu (cela provient d'une possibilité non envisagée auparavant de séparation de l'azote et du carbone à l'intérieur de l'étoile). L'âge que l'on déduit alors pourrait bien atteindre les quinze milliards d'années, ce qui, faut-il l'avouer, arrange bien les astronomes. Dix milliards d'années, c'était un peu court.

Geminga

La source de rayons γ (gamma) baptisée 2CG 195+04, ou de façon moins anonyme *Geminga*, est l'une des énigmes de l'astronomie actuelle. Elle émet la majorité de son énergie en radiations de très courtes longueurs d'onde (plus courtes que celles des rayons X), si bien qu'il a longtemps été impossible de l'identifier dans d'autres radiations. Cela semble maintenant chose faite.

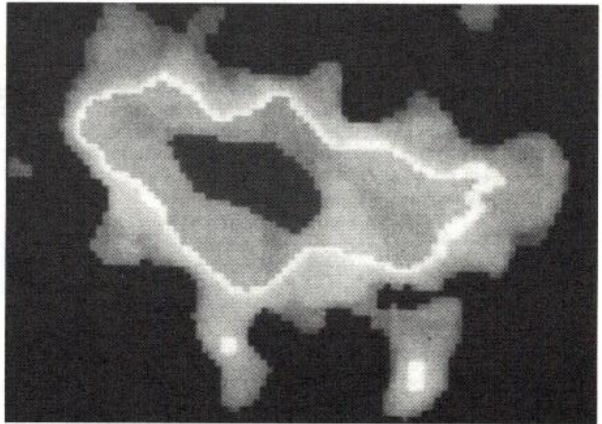
Tout d'abord des observations X par le satellite *Einstein* avait montré l'existence d'un objet à peu près à la même position que *Geminga*. (dans sa *boîte d'erreur* comme disent les astronomes). Cet astre, affublé du doux nom de 1E0630+178, semble coïncider avec une étoile très bleue de 25^{ème} magnitude. C'est ce qu'indiquent des images CCD obtenues au télescope de 5m du Mont Palomar par des astronomes de l'Université de Columbia (USA). Les caractéristiques très particulières dans les diverses longueurs d'ondes éliminent l'hypothèse d'un hasard malencontreux et conduisent à identifier ces objets avec *Geminga*. Disposant ainsi de données sur des domaines variés d'énergie, les théoriciens peuvent affirmer avec une certaine confiance que *Geminga* est un pulsar jeune, de même nature que celui de Vela. Si on ne détecte pas de pulsation, c'est tout simplement parce que le faisceau qui lance le pulsar (à la manière d'un phare marin) ne balaie pas la Terre. Beaucoup de sources de haute énergie non encore identifiées seraient dans le même cas.



Deux images CCD de la région de Geminga indiquent la présence d'une étoile très bleue (l'image de droite est obtenue dans une longueur d'onde plus courte, plus bleue, que celle de gauche). Cette astre est presque invisible sur l'image de gauche. (extrait de l'*Astrophysical Journal* 330).

Galaxies lointaines

Située à 15 milliards d'année-lumières, la galaxie 4C41.17 est sans doute la plus lointaine connue jusqu'à présent. Datant des premiers âges de l'univers cette intense radio-galaxie semble présenter d'autres caractéristiques assez particulières (allongée, irrégulière, entourée d'un immense halo d'hydrogène ionisé) la distinguant des (radio-)galaxies contemporaines. (Cliché National Optical Astronomical Observatories)



(Sources: Nature, Science, Time, Communiqués de presse ESO, *Astrophysical Journal*)