

L'astronomie dans le monde

Challenger, Hubble et Galileo

Voilà trois noms qui, au lieu de faire rêver à la conquête de l'espace, feront plutôt penser aux échecs les plus cuisants de la NASA.

L'explosion de la navette Challenger en janvier 1986, responsable de la mort de sept personnes, a entraîné pas mal d'autres conséquences néfastes sur le programme spatial américain. Ne citons pour exemples que le ratage de la comète de Halley et les énormes retards dans les lancements ultérieurs. Ces retards se font encore cruellement sentir actuellement, mais on vient d'apprendre avec surprise que l'accident est la cause probable d'une autre déconvenue: l'échec quasi total de la mission Galileo. Cette sonde était destinée à l'étude détaillée de Jupiter et de son environnement, dans la foulée des prestigieux Voyager, et ses résultats étaient attendus avec impatience par la communauté astronomique.

Malheureusement c'est un Galileo sourd et muet qui visitera la planète géante: son antenne de communication avec la Terre refuse tout simplement de se déployer. Sans cette antenne, les communications qui devaient se faire avec la Terre au débit de 134.000 bits (1 bit = 1 élément d'information) par seconde, ne se feront qu'au compte-goutte, à 40 bits par seconde. Les images qui devaient être transmises en une minute demanderont plusieurs jours... Bien sûr la mission en orbite autour de Jupiter est prévue pour une durée de 22 mois, ce qui permettra d'obtenir quand même quelques résultats.

Pour tenter d'arranger le problème, les ingénieurs ont fait effectuer à la sonde une série de manœuvres, qui exposaient alternativement l'antenne au plein soleil, ou à l'ombre. Ces chocs thermiques n'ont pas eu raison de l'antenne récalcitrante. Il reste encore de minces chances: lorsque Galileo sera plus loin du Soleil, en décembre, les ingénieurs pourront profiter du froid plus intense; ou, ultime espoir, lorsque Galileo éjectera une mini-sonde près

de Jupiter et allumera ses fusées pour l'éviter, le choc pourrait débloquer l'antenne. Mais tout cela tient un peu du miracle et les spécialistes n'ont guère le moral.

Il y a cependant une touche optimiste dans ce paysage morose, on annonce la prochaine visite, le 29 octobre, de l'astéroïde 951 Gaspra par Galileo. En passant à une distance de 1600 kilomètres, Galileo pourra percevoir des détails de l'ordre de 50 mètres. Les dimensions de Gaspra sont estimées à une bonne douzaine de kilomètres. L'analyse de la structure de l'astéroïde, et des impacts que présente sa surface, devrait permettre de progresser beaucoup dans l'étude de l'origine et de l'évolution de ces corps mystérieux. Les problèmes de transmission devraient gêner quelque peu ces observations, mais pas de façon dramatique. Les données scientifiques seront enregistrées à bord et transmises tranquillement à Terre l'année prochaine, lorsque le vaisseau, dans sa trajectoire très complexe, repassera près de notre planète. Les astronomes devront donc simplement s'armer d'un peu de patience. Quelques données qui auraient dû être transmises en direct seront perdues, mais la perte n'est pas considérable: les images ont la priorité absolue. On s'attend aussi à ce que Galileo gaspille un temps précieux à chercher sa cible parmi le fond stellaire. Cette recherche nécessite un contact permanent avec les ordinateurs terrestres.

Que vient faire Challenger dans le problème technique de Galileo? A cause du retard que la catastrophe a apporté dans le lancement de Galileo, la sonde spatiale a dû être retransportée de la base de lancement de Cap Kennedy au Jet Propulsion Laboratory (de l'autre côté des Etats-Unis) pour être ensuite ramenée. Lors de ces voyages, l'antenne a subi des frottements contre son réceptacle; ces frottements ont essayé le lubrifiant dont elle était enduite et c'est ce qui empêche son déploiement. Il aurait fallu peu de chose pour éviter un gaspillage de 50 milliards de francs.

Le Hubble Space Telescope a aussi beaucoup souffert des retards du programme spatial, bien que ses problèmes d'optique n'en soient pas la conséquence. Le ralentissement du rythme des navettes fait que la visite de réparation qui devait installer tout un système de correction d'optique était prévue pour la fin 1993 ou le début 1994.

Mais le HST continue à jouer de malchance. Les panneaux solaires supportent mal les changements de température lorsque le vaisseau entre dans l'ombre de la Terre ou en sort. Cela entraîne des vibrations qui ne perturbent pas trop les observations si celles-ci sont programmées de façon adéquate. Mais les ingénieurs craignent qu'à la longue, par suite de la fatigue du métal, les panneaux ne deviennent inopératoires, coupant ainsi l'approvisionnement énergétique du HST. Mais ce n'est pas tout. Depuis décembre 1990, deux des six principaux gyroscopes du vaisseau sont tombés en panne, et un troisième vient de montrer des symptômes inquiétants, sans toutefois rendre l'âme. Il faut savoir que le HST a besoin de trois gyroscopes pour réaliser ses manœuvres, et il risquerait donc d'être bientôt dans la situation d'un trapéziste travaillant sans filet : aucune faute ne lui serait pardonnée. En prévision de cet état de choses, on travaille déjà à l'élaboration d'un programme qui permettra à l'appareil de se contenter de deux gyroscopes seulement, en utilisant les données de position fournie par des viseurs optiques. Cette technique a très bien réussi au satellite astronomique International Ultraviolet Explorer (IUE) qui a également vu ses gyroscopes le lâcher les uns après les autres. (IUE a été, et est encore, une splendide réussite de l'astronomie spatiale.)

On parle maintenant d'avancer la mission de secours pour régler ces problèmes urgents. Mais les correcteurs optiques ne seraient alors pas prêts et il faudrait donc deux missions des navettes pour s'occuper du HST. Cela coûterait très cher et perturberait encore plus le programme trop lourd des cargos spatiaux. Ces dépenses imprévues pourraient d'ailleurs remettre en cause le financement des correcteurs optiques.

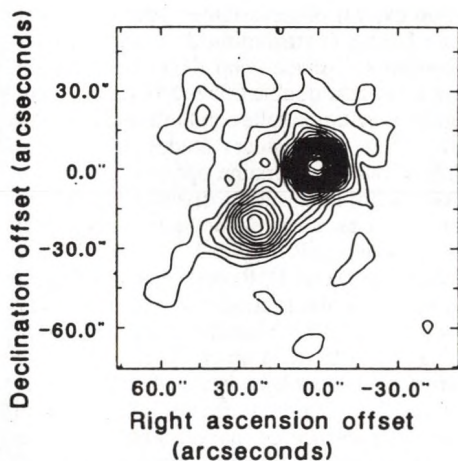
La prochaine conférence de la SAL, le 11 octobre, donnera l'occasion à Benoît Pirenne de faire le point sur le HST. Espérons qu'il nous apportera des nouvelles moins alarmantes du premier grand télescope spatial.

* * *

L'objet stellaire le plus froid

On connaît depuis longtemps des étoiles jeunes, très jeunes même, dont l'éclat n'est pas encore dû principalement aux réactions nucléaires. Les objets T Tauri sont de tels astres, dont la puissance est surtout fournie par la chute de gaz sur l'astre central. (Comme dans une centrale hydroélectrique, l'énergie gravifique est transformée en un autre type d'énergie). Avant de rayonner de cette façon, les étoiles — ou plutôt les protoétoiles — sont bien plus froides, enveloppées d'une gangue de gaz et de poussières qui en rend l'observation très difficile. Pour les observer il faut utiliser des rayonnements de très grandes longueurs d'onde (infrarouge lointain et ondes millimétriques), parce que des sources froides n'émettent pas de rayonnement de courtes longueurs d'onde (visible ou proche infrarouge). Ce rayonnement a l'avantage de traverser aisément les nuages interstellaires et le cocon de poussières qui entoure les protoétoiles. Mais la technologie nécessaire faisait défaut, jusqu'à tout récemment, pour permettre aux astronomes de bien exploiter cette gamme de longueurs d'onde.

C'est en utilisant le « James Clerk Maxwell Telescope » (Hawaii), et les observations antérieures du satellite infrarouge IRAS, que des astronomes sont parvenus à mettre en évidence un objet proto-stellaire de très basse température (entre 20 et 40 Kelvin). Les longueurs d'onde utilisées s'échelonnaient de 50 microns à 2 millimètres. Cette source est double, les deux composantes étant séparées de 30 secondes d'arc, ce qui représente au moins dix mille fois la distance Terre-Soleil. Il est probable que l'évolution future du système donnera naissance à une étoile double.



Carte dans l'infrarouge lointain du système proto-stellaire NGC1333 IRAS 4.

* * *

La constante de Hubble

La constante de Hubble caractérise la vitesse d'expansion de l'univers, c'est-à-dire la vitesse avec laquelle les galaxies s'éloignent les unes des autres. Cette vitesse augmente proportionnellement à la distance, aussi définit-on la constante de Hubble comme étant la vitesse relative moyenne de deux galaxies qui seraient écartées d'un mégaparsec (un mégaparsec vaut un million de parsecs, soit 3,26 millions d'années-lumière). Comment mesurer la constante de Hubble? Là est tout le problème car s'il est facile d'établir les vitesses (par mesure de spectres), il n'est pas du tout évident d'évaluer les distances intergalactiques. Depuis tout un temps les estimations oscillent entre les valeurs de 50 et 100 kilomètres par seconde et par mégaparsec. En fait il y a plutôt trois écoles, l'une favorisant la valeur la plus basse, la seconde (moins suivie), la valeur la plus élevée, et la troisième, ne voulant pas se mouiller, pensant qu'une moyenne est toujours un bon compromis. Selon un expert en cosmologie, il faut manifester autant d'incrédulité devant un astronome vous disant « j'ai trouvé la valeur de la cons-

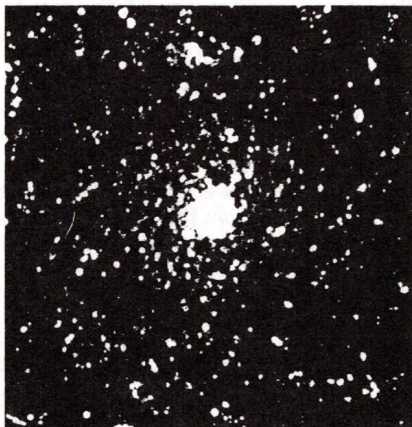
tante de Hubble », que devant un débiteur vous garantissant « je viens d'envoyer votre chèque ».

Des « chèques » viennent d'être envoyés car plusieurs nouvelles estimations de la constante de Hubble ont été annoncées récemment qui sont loin de régler le problème.

Tout d'abord, l'observation d'étoiles individuelles dans des galaxies de l'amas de la Vierge par les astronomes américains et canadiens John Tonry, Robert McClure et Michael Pierce, leur a permis de décider que l'amas en question est distant de 50 millions d'années-lumière. La vitesse de l'amas est bien connue, et on en déduit ainsi une constante de 85 kilomètres par seconde et par mégaparsec. Cette méthode utilise le fait que les étoiles les plus brillantes des galaxies sont pratiquement pareilles dans tout l'univers. On connaît bien ces étoiles dans notre Galaxie, et on sait à quelles distances elles se trouvent. Il suffit donc de comparer les éclats d'étoiles dans différentes galaxies pour en obtenir les distances. Le problème est que, dès que l'on quitte les parages de notre Voie Lactée et du Groupe Local de galaxies, il devient très difficile, sinon impossible de distinguer les étoiles individuelles, même les plus brillantes, à cause des limites imposées par la turbulence atmosphérique aux télescopes terrestres. On s'était jusqu'ici rabattu sur des amas d'étoiles, estimant que les amas les plus brillants devaient être semblables partout. Mais si cela est peut-être vrai statistiquement, il est très difficile d'en faire un critère absolu. Les astronomes attendaient donc avec impatience le télescope spatial Hubble qui, s'affranchissant de l'atmosphère, devait permettre de voir les galaxies lointaines avec une très bonne définition. Malheureusement, la qualité du miroir du HST est trop mauvaise et ne permet pas d'entreprendre cette étude. Pour vaincre la turbulence atmosphérique John Tonry a fait appel aux méthodes d'optique active et a utilisé le grand télescope Canada-Hawaii-France (3m60) situé dans ce qui est l'un des meilleurs, sinon le meilleur site du monde, le volcan hawaïen du Mauna Kea. Ce que le HST n'a pu faire, le CFHT l'a fait. Mais la valeur élevée de 85 ne rallie pas les suffrages de tous les cosmolo-

gistes, et beaucoup attendent avec impatience la réparation du HST pour pouvoir obtenir des résultats définitifs.

Au lieu d'étoiles ou d'amas d'étoiles on peut utiliser des nébuleuses, et c'est ainsi qu'une étude des nébuleuses planétaires les plus brillantes des galaxies avait été réalisée assez récemment par Jacoby, Ciardullo et Ford. Cette étude est en bon accord avec celle de Tonry et de ses collègues.

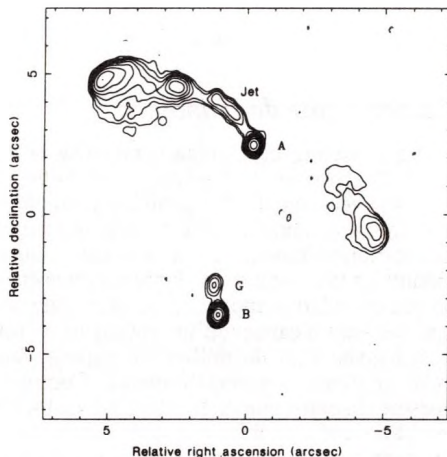


Dominion Astrophysical Observatory

La galaxie NGC 4571, dans l'amas de la Vierge, résolue en étoiles par le télescope CFHT de Hawaii.

Une autre méthode, tout à fait indépendante, fait appel à la distorsion des rayons lumineux par l'effet gravifique de galaxies. Ce phénomène de *lentille* gravitationnelle peut déformer l'aspect d'astres lointains vus derrière des galaxies proches. On peut ainsi observer des quasars doubles ou multiples. Les quasars sont des objets variables, mais les images multiples ne varient pas en phase parce que les chemins parcourus par les rayons lumineux ne sont pas identiques. Une image peut être plus jeune que l'autre de plusieurs mois, ou plusieurs années. On a montré que la détermination du délai entre les images d'un quasar peut aboutir à une estimation raisonnable de la constante de Hubble, moyennant quelques hypothèses. La difficulté consiste ici à déterminer ce délai. Il faut pour cela des courbes de lumière précises et complètes sur de très longues durées, ce qui

est un exploit observationnel pour des astres aussi faibles (l'attribution de temps de télescope en suffisance étant déjà un exploit en soi). Le quasar double 0957+561 (la première lentille gravitationnelle connue depuis 1979) a fait l'objet de plusieurs études en ce sens, d'abord dans le domaine optique, ensuite en ondes radio. Des valeurs diverses ont été annoncées. Les mesures optiques indiquaient qu'il y avait un décalage de 1,1 an, mais l'étude récente par David H. Roberts et ses collègues américains d'observations radio faites au Very Large Array (VLA) penche pour un délai de 1,4 an. A partir de là on établit une valeur de l'ordre de 45 pour la constante de Hubble. Les incertitudes sont nombreuses; ainsi, si l'on admet la présence de matière sombre dans la galaxie lentille, on arrive à une constante de 70 environ.



Carte radio du quasar double 0957+561. Les deux images du quasar sont A et B. La galaxie servant de lentille est G.

La conclusion des divers auteurs est que l'on ne connaît toujours pas avec précision la valeur de la fameuse constante. Une erreur maximale d'un facteur deux est toujours d'actualité...

* * *

Les satellites des planètes

Les derniers satellites du système solaire ont reçu une appellation officielle. Il s'agit surtout des petits satellites de Neptune, découverts en 1989 par la sonde spatiale Voyager 2. Nous en

profitons pour publier une liste, corrigée, et plus complète, des satellites du système solaire. Cette liste remplace celle que nous avons publiée en septembre 1988 (*Le Ciel*, Vol. 50, p 241).

Planète	satellites	demi grand-axe (km)	période orbitale (jours)	rayon ou dimensions (km)
Terre	Lune	384.000	27,32	1738
Mars	Phobos	9.378	0,319	14 × 10
	Deimos	23.459	1,262	8 × 6
Jupiter	Métis	127.960	0,295	20
	Adrastée	128.980	0,297	12 × 8
	Amalthée	181.300	0,498	135 × 75
	Thébé	221.900	0,675	50
	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	11.094.000	238,72	8
	Himalie	11.480.000	250,57	90
	Lysithée	11.720.000	259,22	20
	Elara	11.737.000	259,65	40
	Ananké	21.200.000	630 (R)	15
	Carmé	22.600.000	692 (R)	22
	Pasiphaé	23.500.000	735 (R)	35
	Sinopé	23.700.000	758 (R)	20
Saturne	Pan	133.595	0,576	20
	Atlas	137.640	0,602	20 × 15
	Prométhée	139.350	0,613	70 × 40
	Pandore	141.700	0,629	55 × 35

Planète	satellites	demi grand-axe (km)	période orbitale (jours)	rayon ou dimensions (km)
Saturne (suite)				
	Epiméthée	151.422	0,694	70 × 50
	Janus	151.472	0,695	110 × 80
	Mimas	185.520	0,942	195
	Encelade	238.020	1,370	250
	Téthys	294.660	1,888	525
	Télésto	294.660	1,888	12
	Calypso	294.660	1,888	15 × 10
	Hélène	377.400	2,737	18 × 15
	Dioné	377.400	2,737	560
	Rhée	527.040	4,518	765
	Titan	1.221.850	15,945	2.575
	Hypérion	1.481.000	21,277	175 × 100
	Japet	3.561.300	79,331	720
	Phœbé	12.952.000	550,48(R)	110
Uranus				
	Cordélie	49.750	0,335(R)	15
	Ophélie	53.760	0,376(R)	15
	Bianca	59.160	0,435(R)	20
	Cressida	61.770	0,464(R)	35
	Desdémone	62.660	0,474(R)	30
	Juliette	64.360	0,493(R)	40
	Portia	66.100	0,513(R)	55
	Rosalinde	69.930	0,558(R)	30
	Bélinda	75.260	0,624(R)	35
	Puck	86.010	0,762(R)	75
	Miranda	129.780	1.414(R)	235
	Ariel	191.240	2.520(R)	580
	Umbriel	265.970	4.144(R)	585
	Titania	435.840	8.706(R)	790
	Obéron	582.600	13,463(R)	760
Neptune				
	Naïade	48.000	0,296	25
	Thalassa	50.000	0,312	40
	Despine	52.500	0,333	90
	Galatée	62.000	0,429	75
	Larissa	73.600	0,554	95
	Protée	117.600	1,121	200
	Triton	354.800	5.877(R)	1.350
	Néréïde	5.513.400	360.16	170
Pluton				
	Charon	19.640	6,387	595

Les perséides et la comète P/Swift-Tuttle

La majorité des observateurs belges ont trouvé très ordinaire le spectacle offert par les perséides en août 1991. Les conditions étaient très favorables, grâce à l'absence de Lune et au ciel bien dégagé. Pourtant ils seront déçus d'apprendre qu'ils ont raté de quelques heures une très belle pluie d'étoiles filantes.

Ce sont les observateurs japonais qui ont pu profiter de cette manifestation aussi brève que soudaine, puisqu'elle n'a duré que deux heures environ, le 12 août entre 14 et 16 h TU. Il était trop tôt pour en profiter depuis l'Europe, bien que des observateurs belges du Vereniging voor Sterrenkunde, installés dans un très bon site non loin de l'Observatoire de Haute-Provence, aient rapporté une fréquence encore anormalement haute de météores les 13 à 2 h TU. D'autres d'observateurs du Midi de la France n'ont cependant pu confirmer le phénomène. D'autre part, à Hawaii, le 12 août à 14h TU, l'activité des perséides était encore tout à fait normale.

Les observations décisives sont celles faites par des radio-amateurs. L'ionisation par le passage d'une météorite dans les couches élevées de l'atmosphère provoque une perturbation marquée des conditions de propagation des ondes radioélectriques. La détection se fait aussi bien de jour que de nuit, par temps couvert, comme par ciel dégagé. Les radio-amateurs nord-américains ont décrit l'averse de météorites comme la plus spectaculaire depuis les fameuses léonides de 1966.

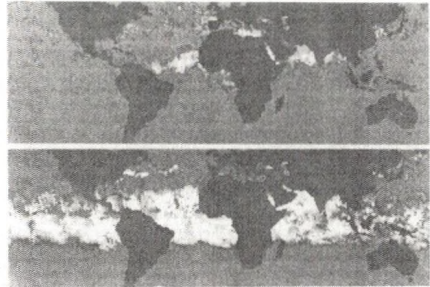
On sait depuis Kirkwood, en 1861, que les essaims de météorites sont constitués des débris cométaires. En 1866, Schiaparelli montrait que les perséides sont associées à la comète Swift-Tuttle (1862III). Le retour de cette comète avait été prévu aux alentours de 1981, mais n'a pas été observé, ce qui est curieux étant donné que l'apparition de 1862 avait été remarquable. Bien sûr les comètes sont des astres fantasques qui peuvent se fragmenter, disparaître, montrer au contraire des sursauts d'activité, ou encore jouer à cache-cache avec le Soleil. Mais la belle vivacité manifestée par les perséides en 1991 fait penser que l'on s'approche de l'endroit de l'orbite où les météorites sont les plus concentrées, c'est-à-dire de la comète... L'orbite calculée ne serait-elle pas correcte? Certains pensent que P/Swift-Tuttle est en fait identique à la comète 1737II.

Si l'on tient compte de cela, on obtient une orbite qui devrait ramener l'astre dans les parages du Soleil à la fin 1992. Des éphémérides ont déjà été calculées qui placent actuellement la comète à une distance de 5 unités astronomiques du Soleil (avec la magnitude respectable de 21). Les grands télescopes de Schmidt ne tarderont pas à la retrouver si cette hypothèse est correcte. Et dans ce cas les perséides de 1992 seront attendues avec impatience.

* * *

Les nuages du Pinatubo

Les nuages d'aérosol projetés par le volcan philippin Pinatubo (voir *Le Ciel*, Vol. 53, septembre 1991, page 252) sont parfaitement visibles sur les clichés obtenus par le satellite NOAA-11. Ce satellite enregistre le spectre de la lumière réfléchie par notre planète, et en déduit la quantité de poussières et autres particules en suspension dans la stratosphère. Il ne peut faire cette opération qu'au-dessus des océans, et en l'absence de nuages.



Dans l'illustration ci-jointe, le cliché supérieur a été pris début juin, et ne montre que quelques nuées dues au sable soulevé des déserts arabes et sahariens. Dans le second cliché, obtenu quelques semaines plus tard, les effets du volcan sont prépondérants. Les nuages d'aérosol forment une ceinture continue entre les tropiques, uniquement coupée par les taches des continents et des zones nuageuses.

Dans quelques mois, les aérosols se seront dispersés autour du globe et ils pourraient en abaisser la température moyenne d'un demi degré.