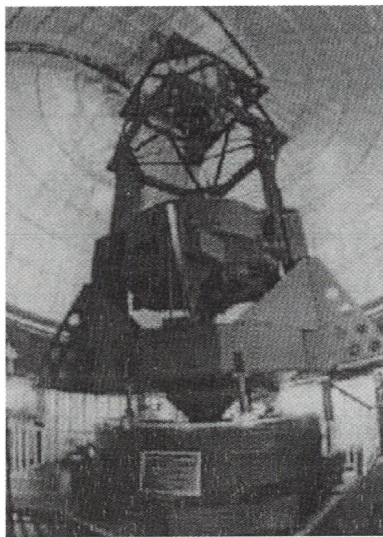


L'astronomie dans le monde

Spacewatch et les autres

Le programme Spacewatch a commencé il y a deux décennies. Il consiste en l'exploration et la surveillance des objets du système solaire. La découverte d'astéroïdes susceptibles d'entrer en collision avec la Terre fait également partie de sa mission. C'est dans le cadre de Spacewatch qu'avait été retrouvée la petite planète Albert (cf *Le Ciel*, juin 2000, p. 184).



Le télescope Spacewatch de 1,8 m à Kitt Peak.

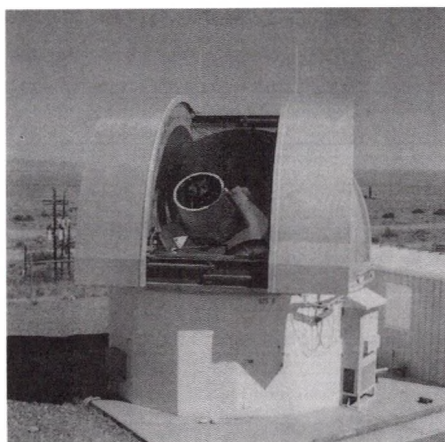
Mené avec un petit télescope de 90 centimètres de diamètre, le programme repère en moyenne, par mois, deux astéroïdes passant à proximité de la Terre (NEA, Near Earth Asteroid). Pour améliorer ce score d'un facteur dix, les américains achèvent actuellement la construction d'un télescope deux fois plus gros, qui sera installé à Kitt Peak, à côté de son petit frère. Il sera exclusivement dédié à la recherche des astéroïdes proches.

Cette année deux autres projets du même genre renforcent également leur équipement. Au Japon, le télescope de 50 centimètres du Bisei Spaceguard Center (BSGC) sera incessamment remplacé par un plus grand d'un mètre de diamètre. Celui-ci devrait être rejoint plus tard par un second de même capacité. A Hawaii, c'est le vénérable programme Near Earth Asteroid Tracking (NEAT) qui s'est doté d'un télescope de 1,2 m en remplacement du 1 m.

A plus longue échéance, le télescope de 70 cm du Catalina Sky Survey (CSS) devrait être remplacé par un autre d'un mètre cinquante.

D'autres observatoires sont impliqués dans la recherche des NEA, et plus généralement des NEO (Near Earth Objects). En Arizona, le Lowell Observatory Near Earth Object Search (LONEOS) utilise un petit télescope de 60 cm pour déceler de gros NEO. Mais le plus connu, et celui qui a engrangé la plus grosse récolte est le Lincoln Near-Earth Asteroid Research (LINEAR) avec 70% des gros astéroïdes découverts en 1999, mais aussi des comètes, comme celle dont il est beaucoup question cet été (cf page 212). Il double sa capacité cette année en offrant un frère jumeau à son télescope de 1 m du Nouveau Mexique.

Le programme LINEAR est financé par l'US Air Force et son but est de démontrer que les technologies développées pour la poursuite des satellites artificiels sont applicables à la recherche des NEO. L'observatoire est situé sur le site expérimental de White Sands au Nouveau Mexique. Il effectue un véritable travail à la chaîne. Les observations sont dépouillées sur le site. Les découvertes et toutes les mesures intéressantes sont immédiatement communiquées au centre officiel des astéroïdes, le Minor Planet Center (MPC).



Le télescope LINEAR à White Sands, Nouveau Mexique

En date du 20 mai, LINEAR avait à son actif 399 NEO. Près de trois millions d'observations avaient été transmises au MPC. 400.000 astéroïdes avaient été détectés et 60.000 objets avaient reçu une nouvelle désignation. Depuis la découverte de la comète 1999 S4, LINEAR en a déjà ajouté plus d'une douzaine à son palmarès : 1999 T2, T3, U3, Y1, 2000 B2, B3, B4, CT54, D2, G1, G2, H1...

L'Amérique et le Japon ne sont pas les seuls à s'occuper des menaces célestes, mais il faut constater que l'effort est nettement moindre ailleurs. L'Europe et la Chine avaient bien des programmes de recherche de NEO mais ils ont été sacrifiés (ODAS à Nice), ou fortement réduits (SCAP à Beijing).

Avec cette constellation de télescopes scrutant le ciel on estime que 90 pour cent des gros objets présentant un danger pour la Terre seront découverts en une dizaine d'années.

Comète C/1999 S4 (LINEAR)

Détectée par le télescope du projet LINEAR (voir ci-dessus) en septembre 1999, alors qu'elle se trouvait au-delà de l'orbite de Jupiter, la comète de l'année (*Le Ciel*, juin 2000, page 190) a déçu la plupart des amateurs en restant bien en-deça de la visibilité à l'œil nu. Après avoir promis de grandes choses ses piètres performances au cours des derniers

mois annonçaient sa fin prochaine. Observer la désintégration de son noyau a cependant constitué une aubaine pour les professionnels.

Les comètes sont des astres bien fragiles constitués d'un assemblage de glaces diverses (eau, oxyde de carbone) et de poussières. De petite taille et de faible densité, la cohésion que leur donne la gravité est minime et la moindre perturbation peut signifier leur arrêt de mort. On se rappelle la comète Shoemaker-Levy 9 qu'un passage auprès de Jupiter avait disloquée en un chapelet de débris qui s'étaient finalement abattus sur la planète géante. D'autres exemples célèbres sont les comètes Biela, West et, plus près de nous, Hyakutake.



Ces trois images par le télescope spatial Hubble de la comète LINEAR montrent l'éjection d'un fragment du noyau le 5 juillet. Sur la dernière image, la distance entre les deux objets atteint près de 500 kilomètres.
(© NASA/HST)

Le sort final des comètes présente cependant une grande diversité. La fin est parfois catastrophique comme pour Shoemaker-Levy et pour la petite comète qui provoqua peut-être l'explosion de la Tougouska en 1908. Elle est parfois progressive comme pour la comète périodique Biela qui, après s'être brisée en 1846, a été revue en 1852 puis disparût totalement (à l'exception d'un essaim d'étoiles filantes).

Le plus formidable exemple de disruption est connu par les traces qu'il nous a laissées. Depuis des siècles, on observe de nombreuses comètes parcourant sensiblement la même trajectoire très allongée et frôlant de près le Soleil. On parle de « sungrazers » appartenant au groupe de Kreutz. Ikeya-Seki en fut la plus illustre représentante. La sonde SOHO qui photographie continuellement les environs du Soleil en découvre à la pelle. Beaucoup d'entre elles ne survivent pas au passage dans la fournaise de la couronne solaire. On pense que tous ces objets sont les restes d'une énorme comète périodique qui s'est brisée il y a de nombreux siècles, lors d'un passage au périhélie. Peut-être était-ce en l'an 371 avant notre ère, lorsque, selon Aristote et Ephore, une brillante comète s'est partagée en deux. Une analyse détaillée indique d'ailleurs que deux sous-groupes de Kreutz existent, provenant probablement des fragments différents. Il y a même toute une hiérarchie de sous-sous-groupes, allant jusqu'aux comètes se succédant à quelques heures de distance.

Avant leur découverte par satellite, on connaissait à peine une dizaine de sungrazers. Entre 1979 et 1984, la sonde P78-1 (expérience SOLWIND) en a découvert 6 et, rien qu'entre 1987 et 1989, SMM (Solar Maximum Mission) en a trouvé 10 autres. SOHO appoche maintenant des 200 découvertes. Parmi celles-ci, seules 15 ne sont pas du groupe de Kreutz.

Mais revenons à C/1999 S4. Selon certains spécialistes, cette comète serait elle-même un fragment d'une plus grosse, fragment qui n'aura vécu que durant une orbite.

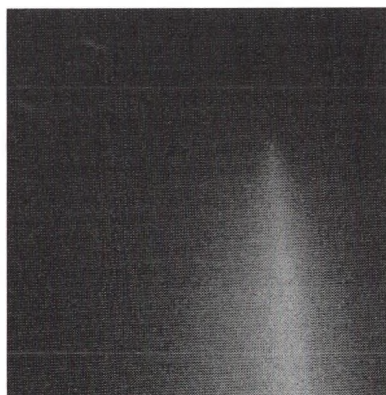
Un sursaut de vigueur le 5 juillet redonnait un peu d'espoir aux observateurs. La comète avait éjecté une grosse quantité de poussières et son éclat avait augmenté de 50 pour cent en l'espace de quatre heures. En fait ceci était le signe d'une première fracture : un gros mor-

ceau du noyau s'échappait bientôt, partait à la dérive puis disparaissait en se sublimant sous l'effet du rayonnement solaire.



Le noyau de la comète LINEAR a disparu et la coma s'est fortement allongée dans cette photo prise le 26 juillet par le télescope de 1 m des Canaries.

(© M. Kidger/Institut d'astrophysique des Canaries)



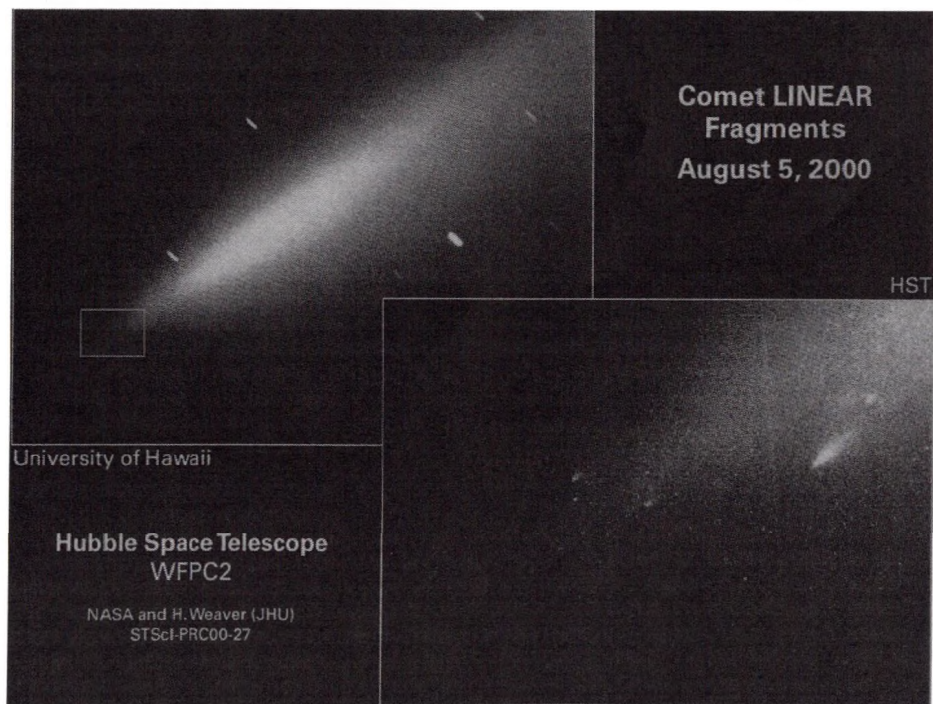
Quelques jours plus tard l'allongement est encore plus marqué. Image obtenue le 1 août par le télescope de 2,5 m des Canaries.

(© M. Kidger/Institut d'astrophysique des Canaries)

Plus près du périhélie, l'aspect de la comète changea soudainement. Au lieu d'une condensation ponctuelle marquant la présence d'un noyau, on observait un objet flou, considérablement allongé. Le noyau avait bel et bien disparu. Des observations à haute résolution par le Hubble Space Telescope montrèrent une multitude de petits fragments qui formaient chacun une petite comète en s'évaporant. Le sort de la comète était alors scellé. D'un fier

astre chevelu elle était devenue un nuage de poussières.

Ces événements apprennent beaucoup aux scientifiques sur l'évolution des comètes. Ils remettent aussi en question les scénarios futuristes élaborés pour dévier l'une d'elles si elle se dirigeait vers la Terre. Comment faire dévier de sa trajectoire quelque chose d'aussi insaisissable?



En haut à gauche, le 5 août, soit une dizaine de jours après la désintégration du noyau, la coma de la comète LINEAR s'est encore allongée. Cette photo a été prise depuis le sol avec un télescope de 2,2 m. La partie encadrée, montrant la position du noyau initial a été photographiée par le HST à la même date. Grâce à sa meilleure résolution, on peut y voir de minuscules comètes (image en bas à droite). Celle située le plus à gauche est probablement le plus gros fragment survivant du noyau originel.
(© NASA/HST)



L'un des télescopes de 8m de l'ESO a pu, grâce à la qualité de ses images et à un traitement intensif par ordinateur, mettre en évidence les fragments du noyau. Image obtenue le 8 août. (© ESO)

Maximum du cycle solaire 23 et tempête solaire record

Le plus beau feu d'artifice du 14 juillet s'est déroulé sur le Soleil. Une éruption majeure propulsa un nuage de protons qui parvinrent jusqu'à notre planète en une vingtaine de minutes. Un peu plus tard, l'une des plus fortes tempêtes magnétiques du cycle solaire undécennal actuel affectait la Terre. Elle ne s'est apaisée que deux jours plus tard après avoir perturbé des réseaux électriques ainsi que

certaines communications radio. De belles aurores furent à nouveau visibles là où le ciel était clément.

Le Soleil est actuellement dans sa phase d'activité maximale au cours du cycle portant officiellement le numéro 23. Les phénomènes violents comme les éruptions se produisent surtout en ces périodes de maximum. L'aspect du disque solaire est également plus tourmenté, avec de nombreuses taches sombres, mais aussi des zones de surbrillance, les facules. Contrairement à ce que l'on pourrait croire, le Soleil n'est pas globalement assombri par les

taches. La contribution des facules est prédominante et le flux total de radiation mesuré par les radiomètres embarqués sur des satellites comme SOHO est plus élevé qu'en période de minimum. On évalue ainsi à 0,06% l'accroissement du flux solaire depuis 1996. Lors des deux maximums précédents cet accroissement était plus important, de l'ordre de 0,09%.

A long terme, si l'on exclut les variations périodiques correspondant au cycle de onze ans, le flux solaire s'est montré remarquablement constant au cours des trente dernières années. Durant la même période, la température moyenne de la Terre s'est accrue de quelques dixièmes de degré. Le Soleil n'est donc a priori pas responsable de ce changement climatique. A l'échelle du siècle, une lente variation du flux solaire est cependant possible et pourrait être l'une des sources d'un réchauffement plus lent.

Planètes en pagaille

Il est difficile de réaliser que la découverte d'une planète extrasolaire était encore un rêve fou il y a quelques années. Mais avec les bonnes techniques et de la persévérance les astronomes accumulent les nouvelles planètes au point qu'on en arrive à aborder l'étude de manière statistique.

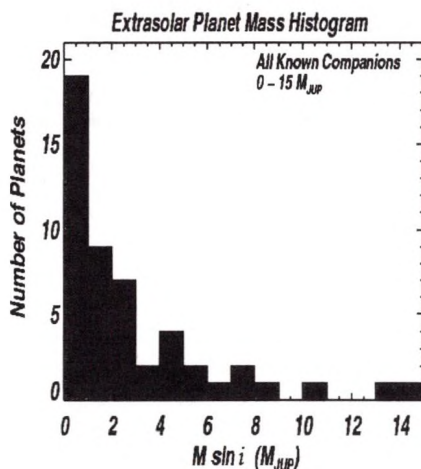
Lors d'une assemblée générale des astronomes qui s'est tenue en ce mois d'août, plusieurs équipes ont allongé la liste d'une dizaine de cas. L'un des groupes les plus efficaces est celui du Suisse Michel Mayor, découvreur en 1995 du compagnon de 51 Peg, la toute première planète extrasolaire « normale » (excluant les cas exotiques trouvés antérieurement autour d'un pulsar). Grâce à un télescope de taille réduite, mais spécifiquement conçu pour la chasse aux planètes, cinq nouvelles planètes ont été décelées. Parmi celles-ci, une seconde planète orbitant l'étoile HD 83443 en un mois environ. Ce n'est que le deuxième exemple connu de système multiple. La première planète de ce système, découverte il y a trois mois, a une période étonnamment courte, 3 jours seulement.

Une sixième planète a été trouvée par la même équipe avec le grand télescope de 193 cm de l'Observatoire de Haute-Provence, celui-là même qui avait permis la découverte de 51 Peg B.

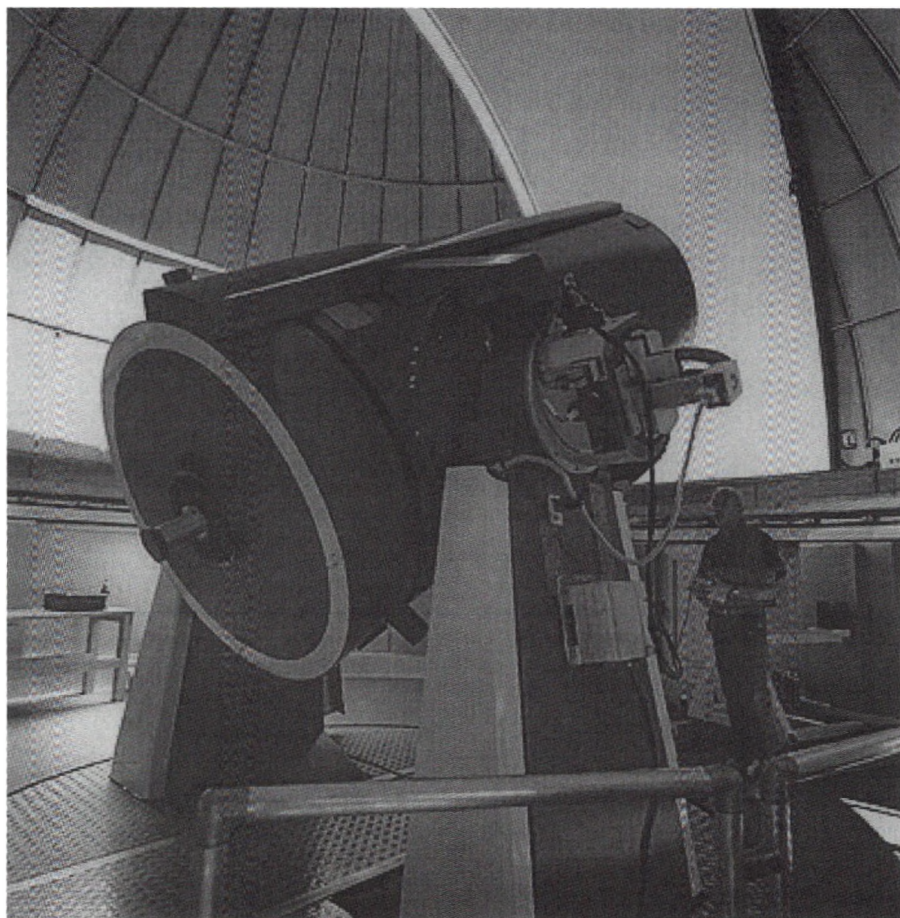
Parmi les autres planètes évoquées à cette assemblée, l'une des plus intéressantes est celle qui orbite autour d'une de nos plus proches voisines, ϵ Eridani, située à 10 années lumière seulement. L'étoile est semblable au Soleil et la planète à Jupiter. Si ce n'était l'orbite très excentrique, on pourrait imaginer un système semblable au nôtre, avec d'autres planètes plus petites encore à découvrir — dont une pourvue d'une atmosphère et d'océans —, et le tout dans notre banlieue immédiate.

Les techniques actuelles de recherche se basent sur les mouvements de l'étoile lorsque la planète décrit son orbite autour d'elle. Ces mouvements sont d'autant plus amples que la planète est massive. Il est donc normal que les découvertes favorisent les grosses planètes, du genre de Jupiter. Cependant l'histogramme des masses montre que le nombre croît lorsque la masse diminue. Cela laisse entrevoir que des planètes plus petites, comme la Terre, pourraient être très communes.

D'autre part, une analyse très fine des données relatives à plusieurs des planètes extrasolaires déjà recensées montre des perturbations qui pourraient s'expliquer par l'existence d'autres planètes. L'avenir de la recherche des exoplanètes apparaît donc prometteur.



Histogramme des masses des planètes extrasolaires.



Le télescope suisse Leonhard Euler cherche activement les planètes extrasolaires depuis l'observatoire de l'ESO au Chili.
(© ESO)