

L'astronomie dans le monde

Un trou noir dans NGC4261

Après avoir révélé en 1994 l'existence d'un trou noir de 2,4 milliards de masses solaires dans la galaxie M87, c'est maintenant dans une galaxie de l'amas de la Vierge, NGC4261, bien connue des astrophotographes, que le Hubble Space Telescope vient d'observer un autre trou noir géant. La photo ci-jointe (page 6) montre un disque de poussières de 800 années lumière de diamètre, situé au centre de la galaxie, et alimentant le trou noir en matière fraîche.

Après avoir mesuré la vitesse de rotation du disque, les astronomes n'ont eu qu'à utiliser les lois classiques de la mécanique pour en déduire la quantité de matière qu'il englobe : plus d'un milliard de fois la masse du Soleil. Cette masse gigantesque semble concentrée en un noyau très petit, minuscule même à l'échelle d'une galaxie puisqu'il ne dépasse pas les dimensions du système solaire. Cela est amplement suffisant pour indiquer avec une quasi certitude la présence d'un trou noir.

Le disque de poussières présente une structure en spirale, probablement due à quelque instabilité dynamique. Il contient assez de matière pour fabriquer cent mille étoiles comme notre Soleil.

La présence de poussière dans une galaxie elliptique va à l'encontre des conceptions habituelles. Mais le télescope spatial découvre des exemples de plus en plus nombreux de disques sombres au cœur des galaxies elliptiques.

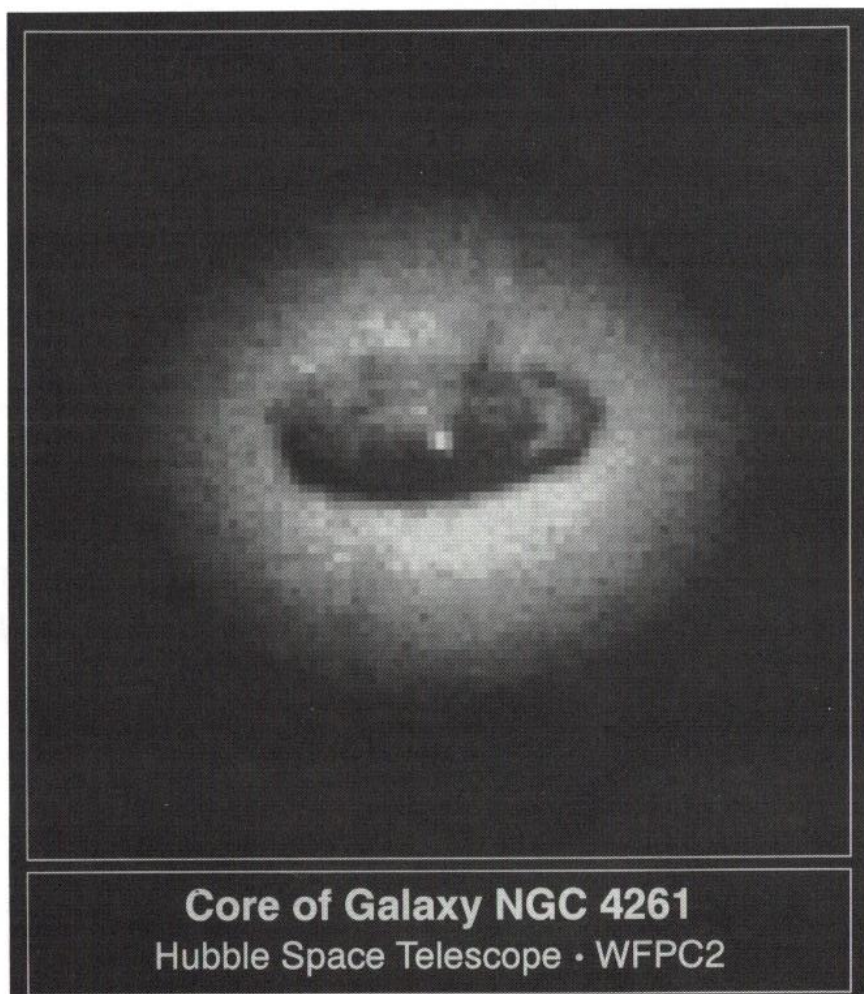
L'explication qui semble la plus plausible est qu'ils sont les résidus de petites galaxies absorbées par la galaxie principale. Dans de telles collisions, la plupart des étoiles ne subissent guère de perturbations et continuent leur chemin au sein des galaxies respectives. Par contre les nuages ne peuvent s'interpénétrer et sont arrêtés par le choc. Le trou noir

central s'occupe de faire le ménage en digérant gaz et poussières en une centaine de millions d'années.

Ce scénario-catastrophe ne peut se faire qu'épisodiquement, et s'accompagne d'une libération importante d'énergie. NGC4261 doit donc subir de temps à autre des phases d'activité renforcée qui la transforment en un astre du type des quasars, ou plus généralement des galaxies à noyau actif (AGN). On sait que les quasars étaient bien plus abondants dans un passé lointain puisqu'on les observe préférentiellement à de très grandes distances correspondant à des époques reculées. Les collisions entre galaxies devaient être alors plus nombreuses, et l'explication collisionnelle semble respecter cette logique.

Les calculs théoriques montrent cependant que les collisions centrales entre galaxies sont hautement improbables. Les petites galaxies n'ont aucune raison de viser le centre plutôt que la périphérie de leur cible. Aussi les astronomes se sont-ils tournés vers d'autres explications. Par exemple, ils ont supposé que les poussières éjectées par d'anciennes générations d'étoiles auraient pu, avec le temps, précipiter vers le centre de la galaxie. Le problème est alors que le disque devrait être exactement au centre. Or il est très légèrement décentré, ce qu'il est très difficile d'expliquer. Faut-il donc s'en tenir à la solution d'une collision (presque) centrale?

Pas nécessairement. Les astronomes ont pensé à un moyen qui permettrait à un trou noir, fût-il d'un milliard de masses solaires, de se déplacer à quelques dizaines d'années lumière du centre dynamique de la galaxie. Ce moyen, c'est tout simplement la propulsion à réaction! Des gaz chauds s'échappant des régions périphériques du trou noir pourraient fournir l'énergie nécessaire. Le disque de gaz et poussières servirait de réservoir de carburant pour cette mégafusée.



Un disque obscur, composé de gaz et de poussières entoure le noyau de la galaxie NGC 4261 dans la constellation de la Vierge. On pense qu'il pourrait bien encercler un trou noir d'une masse inimaginable, plus d'un milliard de fois la masse de notre Soleil.
(© L. Ferrarese (Johns Hopkins University et NASA))

Ni planète, ni étoile

Malgré la publicité que lui réservent les agences de presse, le HST n'est pas le seul télescope de l'univers, et ce n'est pas non plus le seul à réaliser des découvertes intéressantes. Témoin une observation d'une naine brune faite par un télescope d'1m50 de diamètre au Mont Palomar.

Nous avons souvent rapporté l'annonce de la « première » détection de l'un de ces objets mystérieux mais, jusqu'à présent, jamais de preuve décisive n'avait pu corroborer cette découverte. C'est peut-être maintenant chose faite grâce à ce petit télescope du Mont Palomar — et à des confirmations par d'autres instruments dont ... l'incontournable Hubble.

Les naines brunes ne sont que des versions géantes de notre Jupiter, des planètes très massives, mais pas assez que pour devenir des étoiles à part entière, c'est-à-dire incapables de générer leur énergie propre par des réactions nucléaires internes. Un peu comme dans le cas d'une bombe atomique, il existe en effet un seuil à la masse qu'il est possible de concentrer en un astre (une planète) sans que celui-ci ne démarre en son sein des réactions nucléaires. La comparaison est évidemment boiteuse puisqu'il s'agit de réactions de fusion pour l'étoile et de fission pour la bombe, et que le processus stellaire n'est pas explosif. Ce seuil de masse est de l'ordre de 8 pour cent de la masse du Soleil, soit 80 fois celle de Jupiter.

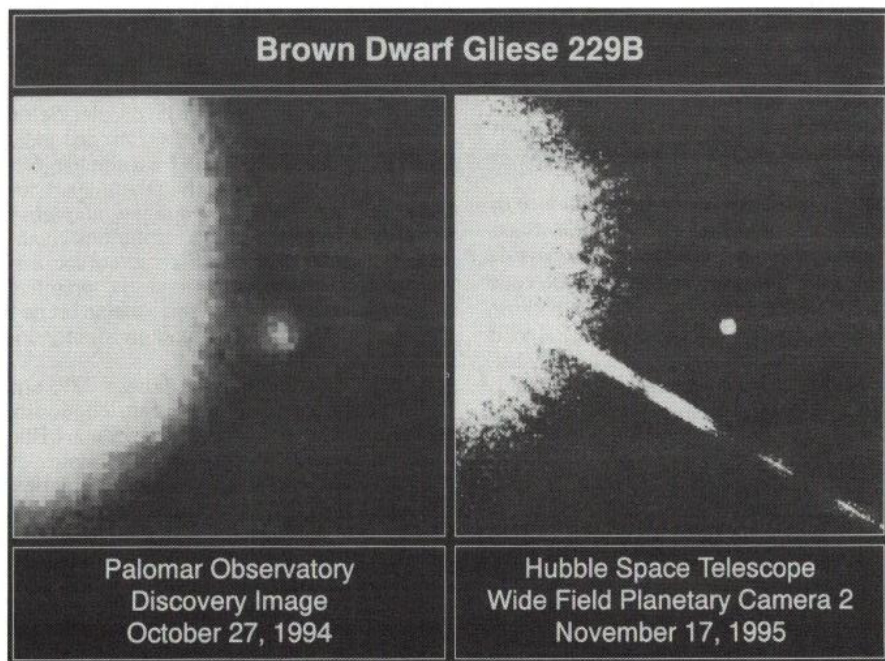
Il est donc parfaitement possible d'imaginer des planètes beaucoup plus massives que la géante du système solaire. Cependant, même en l'absence de réactions nucléaires, des planètes aussi monstrueuses n'en rayonnent pas moins un reliquat de l'énergie accumulée lors de la contraction gravitationnelle qui a conduit à leur formation. En fait, même pour Jupiter on mesure aisément cette émission dans les longueurs d'ondes de l'infrarouge thermique. Une planète grosse comme plusieurs dizaines de Jupiter serait quant à elle chauffée au rouge très sombre, à la limite de l'infrarouge, d'où le nom évocateur de naine brune.

Il restait à observer ces astres. Par comparaison avec une étoile normale, ils sont très faibles. En outre, s'ils se trouvent associés à une étoile de bon aloi, la luminosité de celle-ci doit les masquer au regard. Il faut donc un télescope doté d'un pouvoir de résolution élevé pour avoir quelque chance de les déceler. Selon ce critère le HST est donc le télescope idéal pour cela. Seulement, le HST est surchargé et n'a pas le temps de tout faire. D'autre part, les techniques modernes de l'optique *adaptative* permettent d'atteindre des résolutions rivalisant avec celle du HST. C'est avec une instrumentation de ce type que la première observation sûre d'une « vraie » naine brune a été faite au télescope de 1m50 du Mont Palomar dès octobre 1994.

L'objet orbite autour de Gliese 229, une étoile rouge insignifiante de la constellation du Lièvre, située à 18 années lumière de nous. Elle a été baptisée GL229B. La distance entre les deux astres est de six milliards de kilomètres, soit environ le demi grand axe de l'orbite de Pluton. L'image ci-jointe (page 8) montre à gauche l'observation faite au Mont Palomar. La naine brune est la petite tache centrale. On remarque l'éclat éblouissant de l'étoile qui envahit toute la région gauche du cliché, malgré un dispositif de type « coronographique » qui la masque. Il faut dire que la naine brune ne rayonne que quatre millièmes de la lumière de l'étoile dans le domaine de longueur d'onde considéré (rouge lointain), ce qui donne une idée de la prouesse technique.

Il a fallu suivre le système pendant un an pour s'assurer que la naine brune était bien liée à Gliese 229. Des observations spectroscopiques ont été faites avec un autre télescope du Mont Palomar, le fameux 5 mètres. Il fallait bien un tel pouvoir collecteur pour capter le spectre d'une aussi faible source. Ces observations constituent une belle confirmation de la nature planétaire de l'objet car elles indiquent la présence de méthane, tout comme sur les planètes géantes du système solaire.

Le Hubble Space Telescope a, lui aussi, été mis à contribution. Il a donné des images plus fines (voir le cliché de droite). En répétant cette observation après six mois, on pourra obtenir une distance précise de l'objet.



La naine brume GL229B perdue dans l'éclat de l'étoile principale.
(© NASA)

La masse de GL229B est estimée entre 20 et 50 fois celle de Jupiter, et sa température à environ 700°C, soit nettement moins que les autres candidats actuels récoltés jusqu'à présent. Elle se place donc, sans discussion, bien en-dessous du seuil des naines brunes.

On ne pense pas que les naines brunes puissent se former de la façon classique des planètes plus légères. Ces dernières ont leur origine dans l'agglomération d'un disque de poussières tournant autour d'une étoile, après la formation de celle-ci. C'est pour cette raison que les planètes du système solaire sont toutes dans un même plan. Les naines brunes sont trop grosses et ont dû se former comme les étoiles

par contraction d'un nuage interstellaire. Seule une masse trop faible leur interdit de prétendre au titre d'étoile. Dans le cas de Gliese 229, le nuage s'est fragmenté et aurait pu former une étoile double si le compagnon avait reçu une masse suffisante.

N'ayant comme source d'énergie que la chaleur accumulée durant leur formation, les naines brunes sont condamnées à s'éteindre lentement et donc à devenir invisibles. C'est pour cela que les campagnes de recherche des naines brunes se concentrent sur les compagnons éventuels de petites étoiles ne dépassant pas le milliard d'années.

Formation d'étoiles dans la nébuleuse d'Orion

La photo ci-jointe (page 10) de la nébuleuse d'Orion est une mosaïque obtenue en assemblant très soigneusement 15 champs contigus que le Hubble Space Telescope a observés entre janvier 94 et mars 95. Chaque champ a été photographié en rouge, vert et bleu afin d'assurer la reproduction des couleurs. Ces 45 images constituent l'un des plus imposants panoramas constitués à ce jour par Hubble. Malgré cela, la mosaïque ne couvre pas une surface du ciel plus grande que cinq pour cent de la pleine Lune.

La photo montre plusieurs centaines d'étoiles, avec, au centre, le fameux trapèze d'Orion qui inonde la nébuleuse de sa radiation ultraviolette, l'ionisant et lui donnant sa luminosité. Des ondes de choc engendrées par les étoiles jeunes traversent en tous sens la nébuleuse.

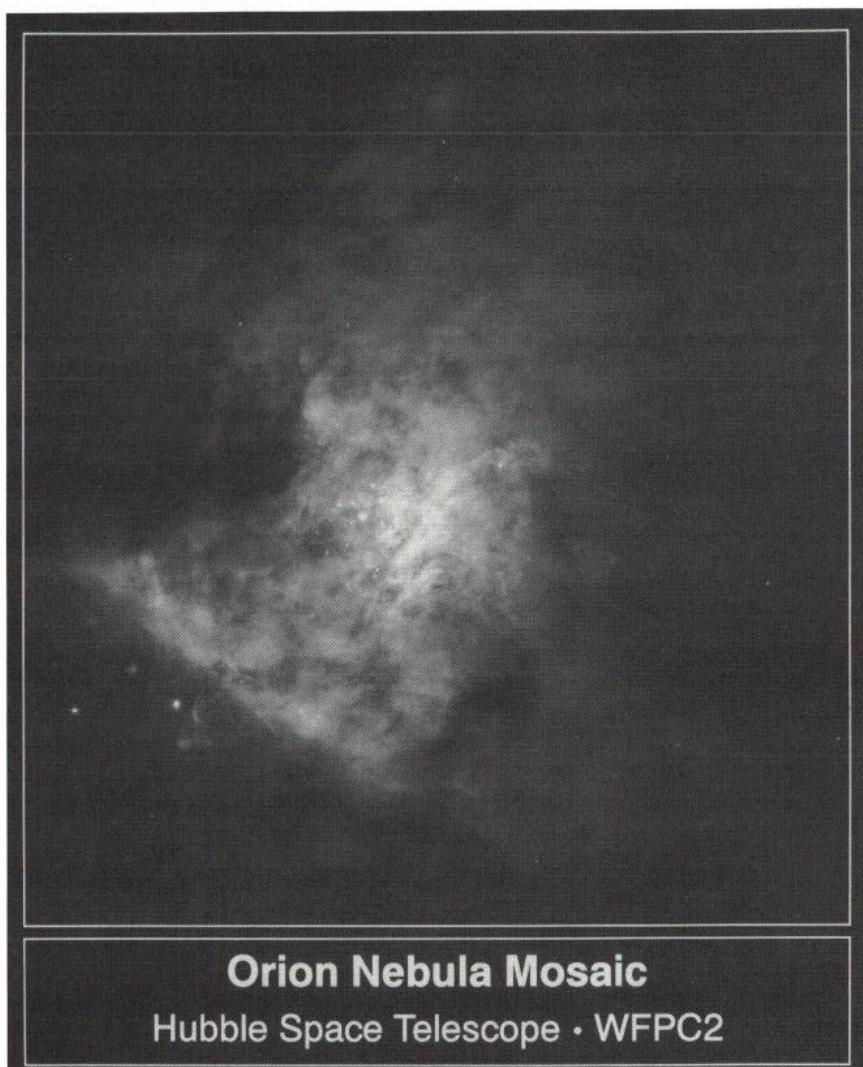
Plus intéressants encore sont les disques de poussières (près de 200) que l'on voit entourer certaines étoiles. Déjà observés par Hubble du temps de sa « myopie », et baptisés « proplydes » ces disques sont probablement des systèmes solaires en formation, avec une ou plusieurs étoiles centrales et des embryons de planètes. Les proplydes qui sont les plus proches des étoiles du trapèze subissent une érosion par pression de radiation et montrent une queue qui, comme pour les comètes, se dirige à l'opposé des étoiles. La plupart des proplydes apparaissent comme de petites nébulosités brillantes éclairées par la lumière stellaire. Certains d'entre eux, mal éclairés,

sont cependant plus sombres que le fond brillant de la nébuleuse d'Orion. Ils apparaissent alors en silhouette devant ce fond (voir images en couverture 1 et page 12). L'assombrissement subi par la nébuleuse permet de calculer la quantité de matière présente dans ces disques et l'on trouve des valeurs s'échelonnant de 0,1 à 730 fois la masse solaire. Il peut donc y avoir de quoi fabriquer des planètes.

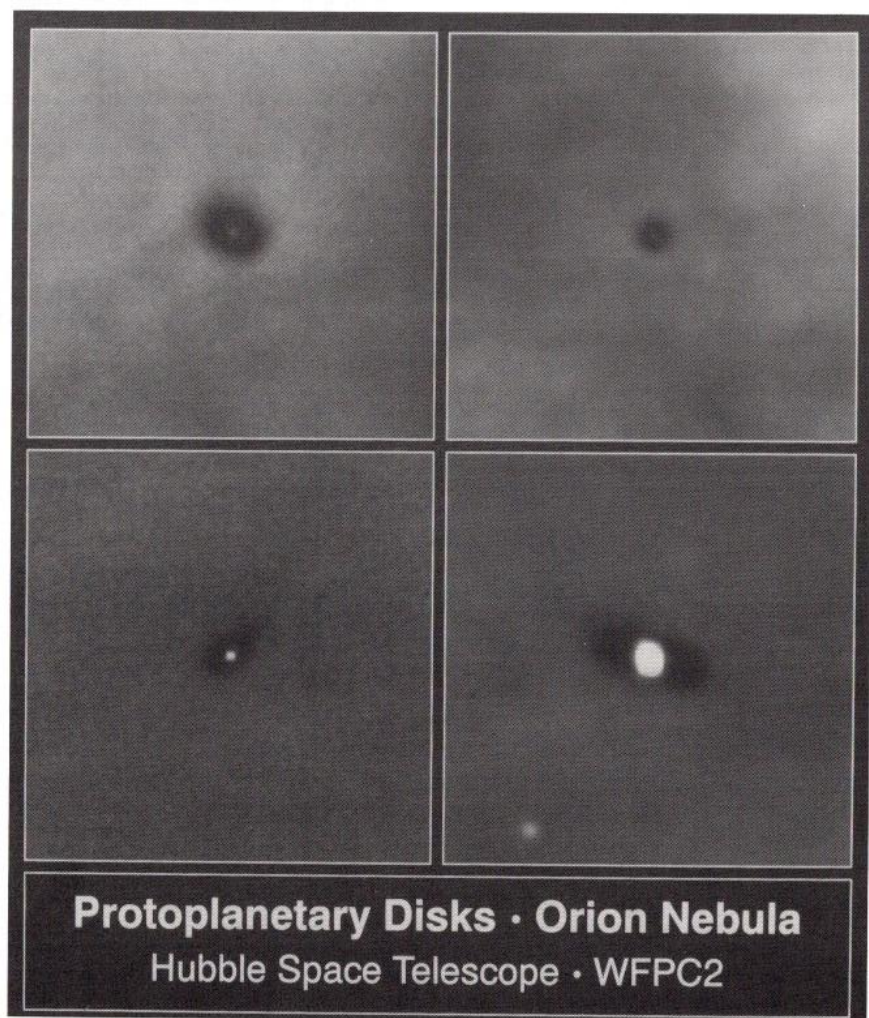
Les proplydes les plus massifs contiennent déjà des étoiles bien formées. Par contre, les étoiles contenues dans les plus petits sont probablement encore dans les toutes premières phases de l'évolution protostellaire.

Le disque obscur présenté sur la photo de couverture est vu par la tranche. Il contient une étoile à peine visible car masquée par l'écran des poussières. Le diamètre du disque est d'une vingtaine de fois celui du système solaire. C'est le plus grand des disques observés dans la nébuleuse d'Orion. Les deux vues diffèrent par les filtres utilisés. L'image de droite masque les raies d'émission de la nébuleuse mais permet de voir faiblement l'éclairement d'un petit nuage par l'étoile centrale, trahissant l'existence de celle-ci.

Sur la figure de la page 12, quatre autres disques sombres sont représentés. Ils sont plus petits, de deux à huit fois la taille du système solaire. L'étoile centrale est bien visible. Pour améliorer le contraste, les images sont des composites de clichés pris dans des longueurs d'ondes spécifiques des nébuleuses et correspondant à des émissions de l'hydrogène (dans le vert), de l'oxygène (bleu), et de l'azote (rouge).



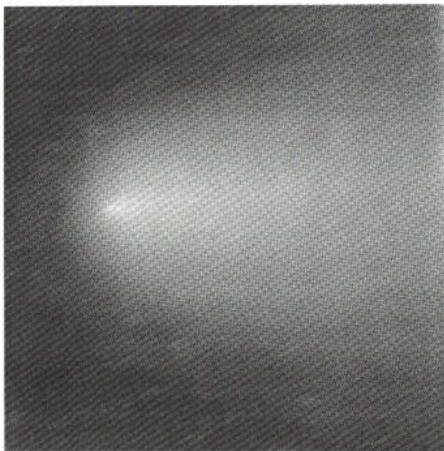
Mosaïque de la nébuleuse d'Orion. Au centre, le fameux trapèze.
(© NASA)



Quatre proplydes se détachent sur le fond brillant de la nébuleuse d'Orion. Le champ des quatre images est identique : 260 milliards de kilomètres, soit 30 fois le système solaire. On voit dans chaque cas l'étoile centrale.
(© NASA)

La comète Schwassmann-Wachmann 3

La période de cinq ans et demi de cette comète est l'une des plus petites que l'on connaisse, n'étant battue que par Encke (la championne incontestable avec 3 ans un tiers), Grigg-Skjellerup, du Toit-Hartley, Tempel 2 et Honda-Mrkos-Pajdusakova. Comme ses collègues, la comète Schwassmann-Wachmann 3 est habituellement très faible et, malgré une douzaine de retours depuis sa découverte, elle n'attire guère l'attention des amateurs. Cette année, pourtant, l'intérêt pour SW3 a grandi quand, tout à coup, en septembre, on annonça un important sursaut d'éclat. Celui-ci s'était accru d'un facteur mille environ, ce qui amenait la comète à la magnitude 5,5, près de la visibilité à l'œil nu.



SW3 à la fin octobre, alors qu'elle avait déjà faibli jusqu'à la magnitude 6,5 ou 7. Le champ représenté est de 10 minutes d'arc.

Des observations menées à l'ESO par des astronomes de l'Université de Munich ont montré l'existence de 3 ou 4 condensations séparées dans le noyau, distantes entre elles de quelques secondes d'arc. Le noyau de la comète s'est-il brisé, et en voit-on les fragments? Cela explique-t-il l'important et tout à fait inhabituel sursaut d'éclat de septembre? Des observations ultérieures préciseront sans doute l'évolution de cet objet intrigant.

Rappelons qu'une autre comète Schwassmann-Wachmann, la première du nom, doit sa célébrité à de fréquents sursauts pouvant atteindre 6 magnitudes en moins d'un jour! Dans ce cas, il ne peut évidemment pas s'agir de fragmentation puisque la comète aurait été réduite en poussières depuis longtemps. Un autre caractère unique de SW1 est son orbite presque circulaire (en tout cas si on la compare à celle des autres comètes) située entièrement entre Mars et Jupiter.

Pessimisme relatif pour Hale-Bopp?

Les pronostics relatifs à la comète du siècle suivront-ils le sort réservé à tous ceux que l'on a pu faire pour les comètes des dernières décennies, à savoir : se révéler beaucoup trop optimistes?

C'est malheureusement fort possible. Bien que ne faiblissant pas vraiment, l'évolution d'éclat de Hale-Bopp ne semble pas assez franche pour assurer une magnitude négative, ce qui est une condition élémentaire pour toute méga-comète qui se respecte. Au mieux pourrait-elle flirter avec la magnitude 0 au printemps 1997. Ce n'est pas mal, mais on espérait beaucoup mieux.

Souhaitons que la tendance des prévisions ne continue pas à fléchir.