
L'astronomie dans le monde

La nébuleuse de l'Aigle

Basé sur le communiqué STScI
du 2 novembre 95

Après avoir fait durer le suspense quelques jours, ayant annoncé les plus fantastiques images prises par le Hubble Space Telescope, le Space Telescope Institute a diffusé dans les médias quelques gros plans de nuages sombres se détachant sur la faible clarté de la nébuleuse

M16. Située dans la constellation du Serpent (Cauda) à une distance de sept mille années lumière, cette nébuleuse est associée à un amas ouvert, découvert par de Chéseaux en 1746, et catalogué par Messier en 1764. Dans sa description, ce dernier fait mention de la faible luminosité dans laquelle baigne l'amas. On attribue parfois à M16 le nom de nébuleuse de l'Aigle, en raison de la forme générale apparaissant sur les photographies.



La nébuleuse de l'Aigle, M16. Les nuages sombres du centre ont fait l'objet de photos détaillées de la part du Hubble Space Telescope.

La caractéristique principale de M16 est de contenir de nombreux globules, ces nuages sombres et compacts que l'on sait être à l'origine de nouvelles étoiles. On y voit également des objets sombres, que les astronomes appellent « trompes d'éléphants », et qui sont des colonnes de gaz froid et de poussières opaques se projetant sur le fond brillant de la nébuleuse. Ces objets ont été étudiés par Bok, il y a déjà bien longtemps, et participent également à la formation stellaire.

Le Hubble Space Telescope a tourné son regard perçant vers M16, plus particulièrement vers les trompes d'éléphant, et il y a décelé des signes indiscutables de la naissance de protoétoiles : de petites poches de gaz très dense que l'on rapidement a appelé « Evaporating Gaseous Globules », ou EGG. Le nom et l'abréviation suggèrent étonnamment bien de quoi il s'agit.

Les images obtenues par la caméra à grand champ (WFPC2) du HST permettent de distinguer les EGGs à la pointe de sortes de tentacules émises par les trompes d'éléphant. Les trompes d'éléphants elles-mêmes surgissent du front d'un immense nuage d'hydrogène moléculaire, comme des stalagmites s'élevant au-dessus du sol d'une caverne. A l'intérieur des trompes d'éléphant, dont les dimensions se comptent en années lumières, le gaz interstellaire est suffisamment dense pour s'effondrer sous son propre poids, et c'est cela qui est à l'origine de la formation des étoiles.

Le HST nous apporte une vue très claire de ce qui se passe lorsqu'un torrent de radiation ultraviolette, émis par des étoiles voisines très chaudes et jeunes, chauffe le gaz à la surface des colonnes, provoquant sa « photo-évaporation ». Les images du HST montrent ce gaz « photoévaporé » s'échappant des colonnes en nuées fantomatiques.

Tout le gaz ne s'évapore pas à la même vitesse. Les EGGs, qui sont plus denses que le reste, résistent plus longtemps et finissent par se retrouver isolés.

« C'est un peu comme une tempête de sable dans le désert », dit Jeff Hester, l'un des découvreurs. « Au fur et à mesure que le vent emporte le sable plus léger, il découvre les gros blocs qui étaient enterrés. Mais dans M16, au lieu de blocs de rocher, les rayons ultraviolets

mettent à jour les petits globules de gaz qui entourent les étoiles en formation à l'intérieur des gigantesques colonnes. »

Certains EGGs ne sont que de petites bosses à la surface des colonnes. D'autres sont mieux dégagés et ressemblent à des « doigts » de gaz sortant du gros nuage. (Ces doigts ont été protégés de la photoévaporation par l'ombre des EGGs.) D'autres EGGs se sont totalement séparés de la colonne et flottent librement comme des gouttelettes dans l'espace.

En mettant côte à côte toutes les images d'EGGs, observés à divers stades de la séparation, Hester et ses collègues ont obtenu un aperçu sans précédent des proto-étoiles et de leur environnement.

« Grâce à la photoévaporation, c'est la première fois que nous voyons en pleine action le processus de formation des étoiles, » ajoute Hester. « En quelque sorte c'est plus de l'archéologie que de l'astronomie. Le rayonnement ultraviolet des étoiles voisines effectue les fouilles à notre place, et nous étudions ce qui en sort. »

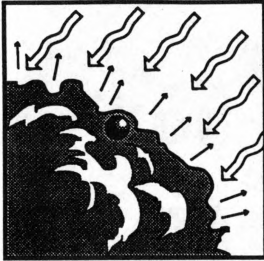
« Parfois nous voyons les étoiles présentes au sein des EGGs. On dirait alors un cône de crème glacée avec l'étoile jouant le rôle de la cerise au-dessus de la glace. »

La photoévaporation empêche finalement la croissance de la proto-étoile en dispersant le nuage de gaz qui l'alimente.

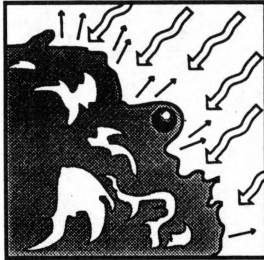
Ce processus de formation est très différent de celui qui détermine la grosseur des étoiles qui se forment isolément. Certains astronomes pensent que, laissée à elle-même, une étoile continue à grossir jusqu'à ce que les réactions nucléaires démarrent. Elle commence alors à éjecter ses couches superficielles sous forme d'un « vent » intense qui souffle le gaz environnant. Le Hubble Space Telescope a eu l'occasion de nous donner des images de ce processus qui s'observe dans ce que l'on appelle des objets de Herbig-Haro.

Hester pense que la photoévaporation peut entraver la formation de planètes autour des étoiles. Il n'est pas évident que les nouvelles étoiles de M16 aient déjà formé les disques précurseurs de systèmes planétaires. Si ce n'est pas le cas, elles ne le feront jamais.

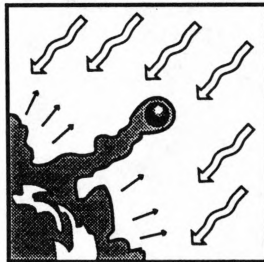
Formation des EGGs



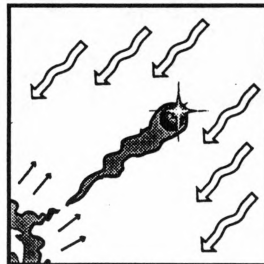
La surface d'un nuage moléculaire est éclairée par un rayonnement ultraviolet intense provenant d'étoiles voisines très chaudes. Ce rayonnement évapore la surface du nuage.



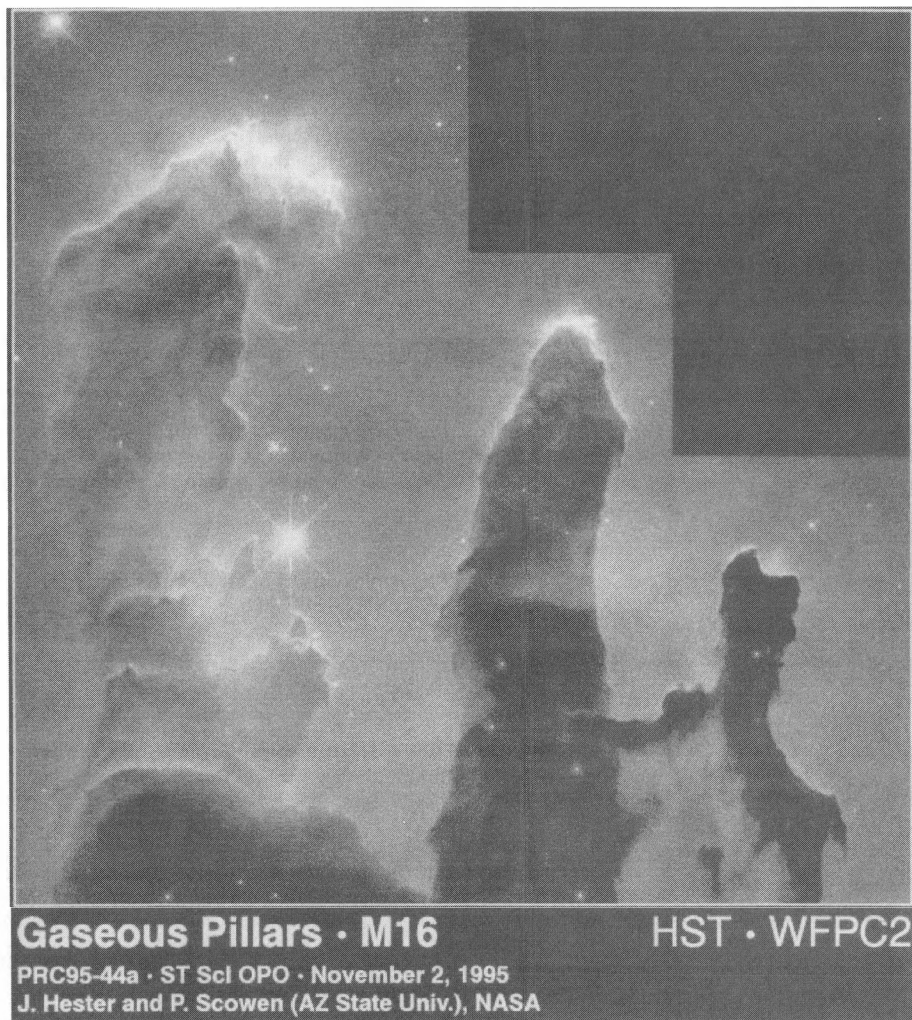
Un globule dense (EGG) peut résister plus longtemps à cette évaporation et commencer à se dégager du nuage. Certains de ces globules peuvent contenir des étoiles en formation.



Le globule est maintenant presque détaché. Son ombre protège une colonne de gaz (un « doigt ») de l'évaporation.



Finalement, l'EGG se sépare du nuage moléculaire. L'évaporation continue et une étoile éventuelle peut faire surface.



Colonnes obscures faites de gaz et de poussières (© NASA)



Evaporating Globules · M16
Hubble Space Telescope · WFPC2

PRC95-44c · ST ScI OPO · November 2, 1995 · J. Hester and P. Scowen (AZ State Univ.), NASA

Gros plan sur une zone d'intense photoévaporation (© NASA)

Une nouvelle classe de lentilles gravitationnelles

Selon NASA/STScI PRC95-43
du 18 octobre 1995

Les deux images ci-dessous représentent deux membres d'une nouvelle classe de lentilles gravitationnelles lointaines en forme de croix. Ces objets pourraient fournir aux astronomes un moyen de sonder plus loin l'univers.

Rappelons qu'une lentille gravitationnelle est tout simplement un astre massif (une galaxie, par exemple) qui, s'interposant sur la ligne de visée d'un astre lointain, en déforme l'image (distortion, amplification, multiplication...).

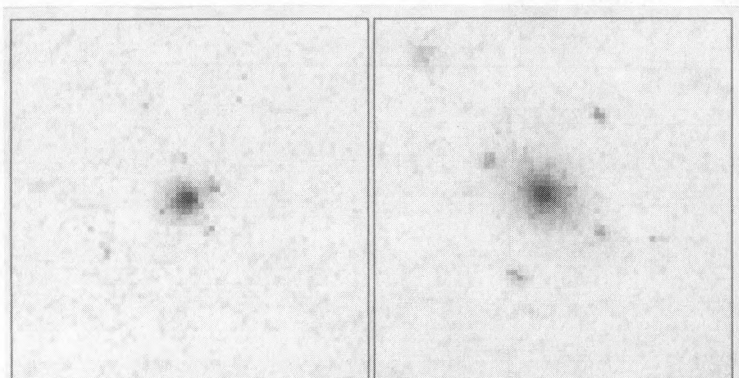
Ces deux lentilles ont été découvertes parmi une centaine de champs étudiés avec le Hubble Space Telescope et la Wide Field Planetary Camera 2 (WFPC2). La première a été trouvée tout à fait par hasard par Eric Ostriker à l'occasion d'un projet clef du HST, le Medium Deep Survey. Quelques semaines plus tard, la seconde lentille, plus faible et plus petite, a été découverte par Myungshin Im.

La configuration de ces objets est de quatre images bleues situées symétriquement autour d'une galaxie elliptique (rouge) beaucoup plus

brillante. Cette forme caractéristique en croix ne laisse planer aucun doute sur l'effet de lentille gravitationnelle, et cela avant même le verdict des observations spectroscopiques qui constituent la vérification de routine de ces objets.

L'étude détaillée de ces images devra permettre de déduire la densité de la matière dans l'espace. Les deux objets qui viennent d'être découverts plaident en faveur d'une densité faible, ce qui laisse croire que l'expansion de l'univers se poursuivra indéfiniment. Il faudra cependant examiner une douzaine de lentilles avant d'avoir une réponse plus précise. Les astronomes ont pu également « peser » les galaxies responsables du phénomène, et ils les ont trouvées dix fois plus massives que ce qu'une constitution stellaire laissait envisager. L'importance de la masse cachée est donc bien confirmée.

Les capacités du Hubble Space Telescope donnent l'occasion aux astronomes d'étendre la recherche des lentilles gravitationnelles à des magnitudes beaucoup plus grandes (c'est-à-dire des éclats beaucoup plus faibles) qu'avec les télescopes terrestres. Le HST permet donc d'explorer un volume beaucoup plus grand, dans lequel ces lentilles en croix devraient être relativement nombreuses.

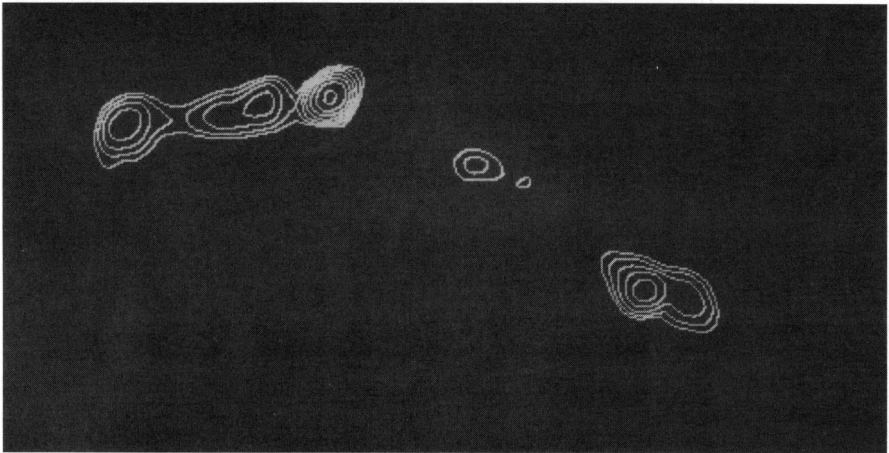
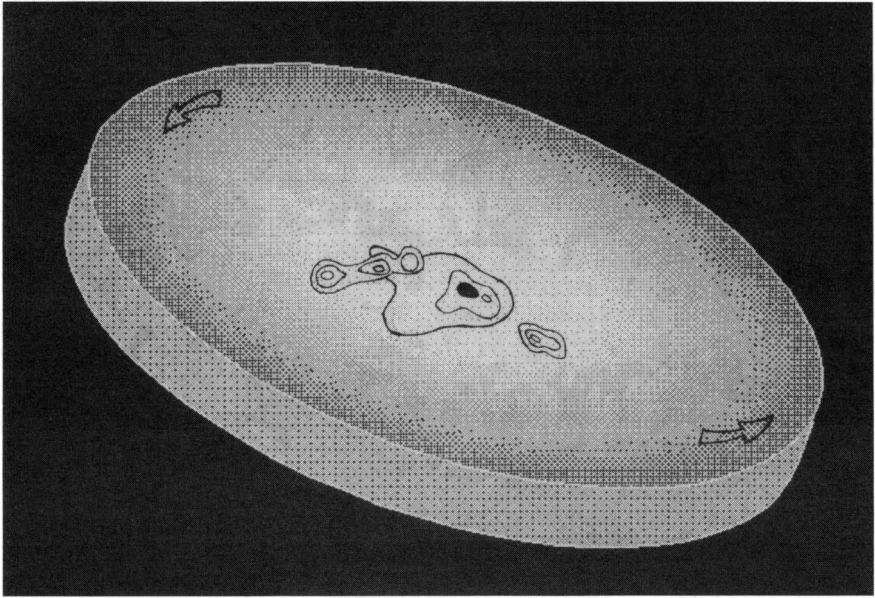


Gravitational Lenses

HST • WFPC2

PRC95-43 • ST ScI OPO • October 18, 1995 • K. Ratnatunga (JHU), NASA

Une galaxie primordiale



La galaxie 1243+036 est l'une des plus lointaines que l'on connaisse. Avec un redshift de 3,6, nous la voyons telle qu'elle était lorsque l'univers n'avait que 10 pour cent de son âge actuel. Les observations faites à l'ESO ont montré qu'elle se trouvait au sein d'un énorme nuage en rotation. Les isophotes des deux images correspondent à des ondes radio émises par des jets d'électrons. La figure du bas y superpose l'image du nuage d'hydrogène observé à l'ESO (télescope NTT de 3,5m). (© ESO, Press Photo 32/95)

Hale-Bopp

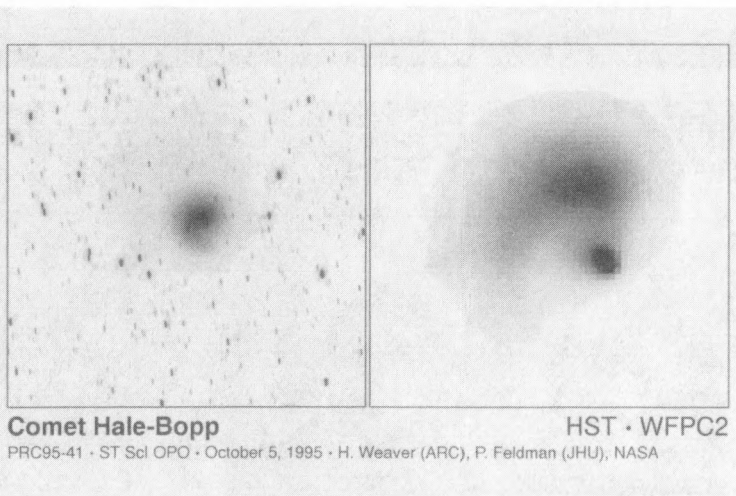
Selon NASA/STScI PRC95-41
du 10 octobre 1995

Le HST a pris des images de la comète Hale-Bopp peu après l'une des périodes d'activité. La photo ci-jointe montre un nuage de débris adoptant une structure en spirale au voisinage du noyau. Il s'agit sans doute d'une partie de la croûte de glace de la comète qui a été éjectée dans l'espace par suite d'un phénomène d'évaporation et de la rotation, et qui s'est ensuite désintégrée en une multitude de petites particules. Les grandes dimensions de ce nuage sont la cause de l'augmentation de l'éclat total de la comète.

La structure en spirale est la conséquence de la rotation du noyau. Les matériaux sont donc éjectés dans les mêmes conditions que l'eau qui s'échappe d'un arroseur automatique de jardin. Un tour prend ici toute une semaine.

Les observations faites depuis le sol au cours des deux derniers mois ont mis en évidence au moins deux cas de formation de nuages de débris de cette sorte. C'est par pur hasard que le 26 septembre, juste après l'un de ces sursauts, le HST prenait les premières images de la comète. Cela a permis aux scientifiques d'étudier le phénomène d'une façon détaillée, et de voir le nuage de poussières s'éloigner du noyau. En rassemblant ces données avec celles obtenues au sol avec le télescope de 82 cm de l'Observatoire du Teide (Canaries), les astronomes ont établi que la vitesse d'éjection (dans le plan du ciel) est d'une centaine de kilomètres par heure.

Les observations du HST serviront à établir si la comète Hale-Bopp est réellement une comète géante, ou si l'éclat intense qu'elle a déjà (alors qu'elle se trouve encore bien au-delà de l'orbite de Jupiter, à un milliard de kilomètres de la Terre) est dû à une activité importante, passagère, qui pourrait s'affaiblir à tout moment.



L'image de gauche montre la comète Hale-Bopp au milieu d'étoiles de la constellation du Sagittaire. Les étoiles sont allongées car le télescope spatial suivait le mouvement de la comète. Le plus petit détail discernable mesure environ 500 kilomètres. A droite, un traitement par ordinateur a éliminé les étoiles, et fait mieux apparaître la structure en spirale.
(© NASA, H.A. Weaver et P.D. Feldman)

M15

La photo de couverture montre une image de l'amas globulaire M15. Cet amas a été découvert en 1746 par Maraldi alors qu'il était en train de rechercher la comète de Chéseaux. Depuis, l'amas a été beaucoup étudié, entre autres par Shapley et Baade. De nombreuses étoiles variables y ont été découvertes ainsi que d'autres objets intéressants (nébuleuse planétaire, source X...). L'une des particularités de M15 est de présenter un noyau extrêmement concentré et brillant qu'il est impossible de résoudre en étoiles depuis le sol. C'était donc une occasion supplémentaire pour le Hubble Space Telescope de montrer de quoi il est capable.

Le centre de M15 a été résolu en étoiles individuelles, si concentrées qu'elles font penser à des abeilles retournées au rucher. Ce n'est qu'à 0,06 années lumière du centre, que la densité stellaire devient si grande que même

Hubble a dû renoncer à y voir clair. Cette distance correspond à cent fois la distance de Pluton au Soleil.

La raison de cet « effondrement » du cœur de l'amas est encore débattue. Il peut s'agir de l'effet de l'attraction d'un trou noir massif, ou alors c'est le jeu complexe de l'attraction mutuelle des étoiles qui a permis d'atteindre cette configuration d'équilibre par « effondrement gravithermique ». L'effondrement est maintenant freiné par les expulsions qui se produisent lorsque deux étoiles passent très près l'une de l'autre.

Les amas globulaires sont des objets très curieux, et d'une importance capitale pour la compréhension de la formation des galaxies dont ils sont des témoins directs. Ils ne contiennent ni gaz ni poussières et leurs étoiles sont pour la plupart très âgées — autant que leur galaxie.