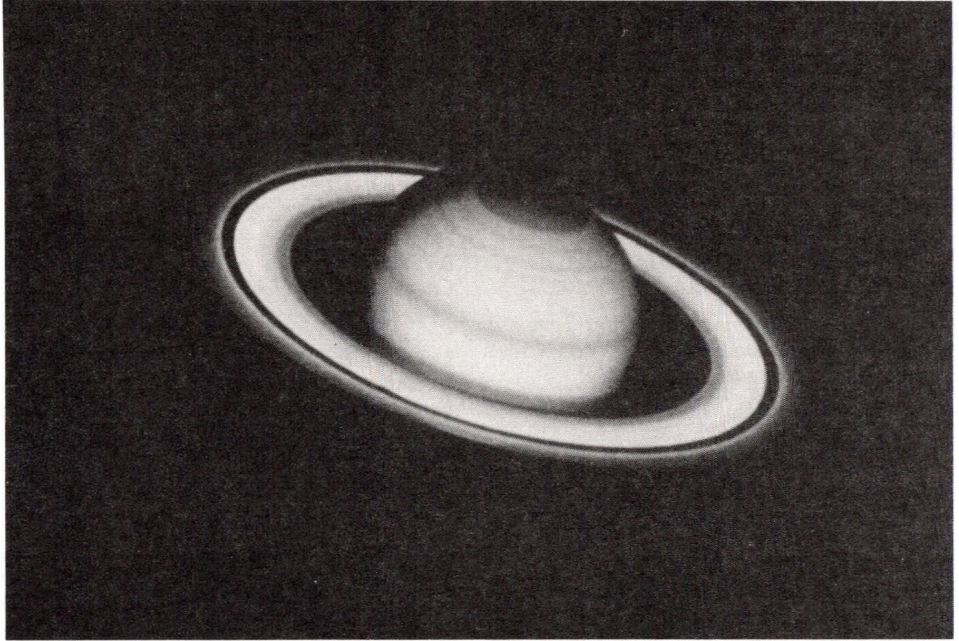


---

## L'astronomie dans le monde

---



Saturne. Photo obtenue le 26 août 1990 avec la caméra américaine (WFPC). Cliché noir et blanc tiré d'une diapositive en couleur. Les techniques de reconstruction des images conduisent à une plus grande résolution spatiale (comme dans le système des anneaux), qu'à partir du sol. La division d'Encke n'a probablement jamais été photographiée avec autant de détails de la Terre. (Cliché ESA/NASA)

### *Le Télescope Spatial (suite) : Quelques résultats de la caméra pour objets faiblement lumineux, et de la caméra à grand champ*

Voilà plus de six mois qu'a été lancé le Télescope Spatial Hubble et plus de quatre mois que ses problèmes optiques se sont concrétisés. Lors d'une réunion tenue par l'ESA (Agence Spatiale Européenne) début novembre au Centre européen de recherche et de technologie spatiales (ESTEC) aux Pays-

Bas, les résultats obtenus à ce jour ont été présentés et on y a fait le point des problèmes optiques.

Cette réunion a été très réconfortante, selon les responsables de l'ESA, car il est apparu clairement que, malgré son « œil myope », le télescope demeurait sans égal pour observer l'univers.

Il est maintenant confirmé que c'est une erreur de 1,3 mm dans l'espacement de miroirs optiques dans un appareil de test qui est à l'origine de l'aberration de sphéricité du grand miroir de 2,4 m. Malgré un résultat négatif

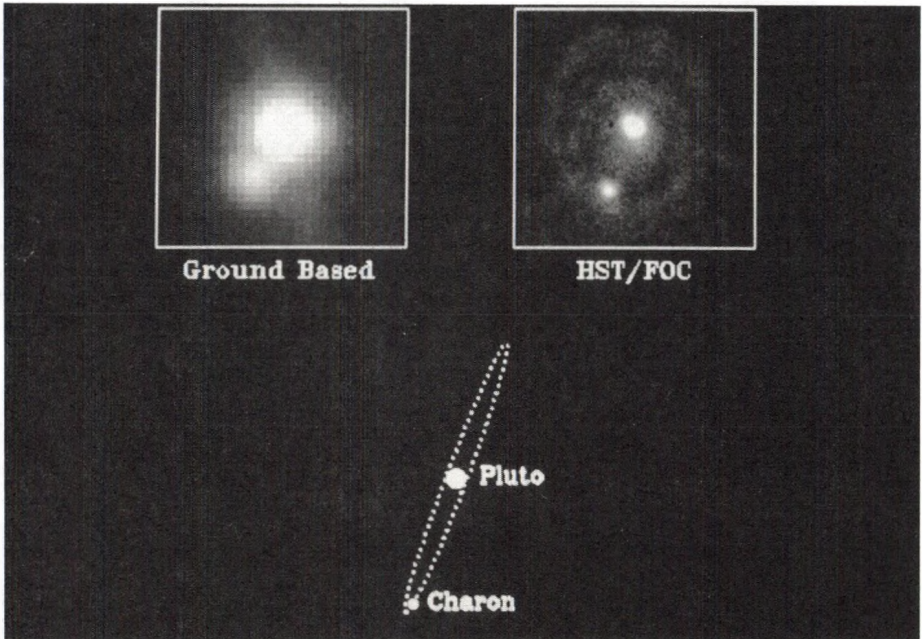
obtenu indépendamment par un autre instrument de contrôle, il apparaît que seul le « bon » résultat du premier appareil de contrôle (supposé plus précis!) a été pris en considération!

Manque de conscience professionnelle ou succession de malchances, peu importe après tout, le problème est aujourd'hui de trouver comment remédier à ce gros défaut optique du miroir primaire, poli selon un profil inexact (erreur de moins de deux millièmes de mm!). On a souvent dit que le télescope souffrait de myopie, mais un responsable de l'ESA, préfère utiliser une autre analogie :

« Le phénomène est comparable à des lunettes aux verres embués, comme lorsqu'on entre dans une pièce chaude par une journée d'hiver; on peut toujours distinguer les objets,

mais comme à travers un brouillard. Les images du HST ne sont pas floues, elles sont voilées. »

La NASA et l'ESA recherchent actuellement comment des astronautes qui seront envoyés en mission sur une navette spatiale en 1993 pourraient remédier aux déficiences optiques du télescope. Il semble que le manque de focalisation parfaite puisse être corrigé par une optique soigneusement étudiée: différentes solutions techniques sont actuellement à l'étude. Il serait même possible d'intercaler un seul dispositif optique (deux petits miroirs face à face), avant la focalisation du miroir primaire, qui corrigerait en même temps l'optique de tous les instruments à bord du Télescope Spatial. Affaire à suivre.



Pluton et Charon. Comparaison d'une image au sol à gauche (avec le télescope franco-canadien de 3,6 m à Hawaii) et de l'image obtenue avec la FOC. Au moment de l'observation, les deux astres étaient à leur maximum de séparation angulaire (0,9 seconde d'arc) et ils sont très bien séparés sur l'image du Télescope Spatial. (Cliché ESA/NASA)



**Étoile symbiotique R Aquarii.** Cette binaire se compose d'une géante rouge et d'une naine blanche: ce sont les deux taches au centre de l'image. La structure filamentaire (à la verticale) issue du noyau est formée de gaz très chaud qui a été éjecté à très grande vitesse de l'étoile binaire. Ce plasma est semblable à un geyser de 400 milliards de km de longueur. (Cliché ESA/NASA)

Rappelons que le Télescope Spatial Hubble emporte cinq instruments scientifiques: deux caméras, deux spectrographes et un photomètre. La caméra pour objets faiblement lumineux de l'ESA (FOC, ou Faint Object Camera) peut enregistrer des images d'objets beaucoup plus faibles qu'avec la caméra américaine à grand angle et à monture planétaire (WFPC, ou Wide Field and Planetary Camera). La FOC a permis d'observer la planète Pluton, des galaxies à peine perceptibles, des amas d'étoiles et des objets situés aux confins de l'Univers. La planète Saturne a été photographiée par la caméra américaine WFPC et ce sont les meilleures images jamais obtenues à partir de la Terre (bien sûr les images obtenues par les sondes Voyager sont encore meilleures). La résolution de l'image réalisée par la

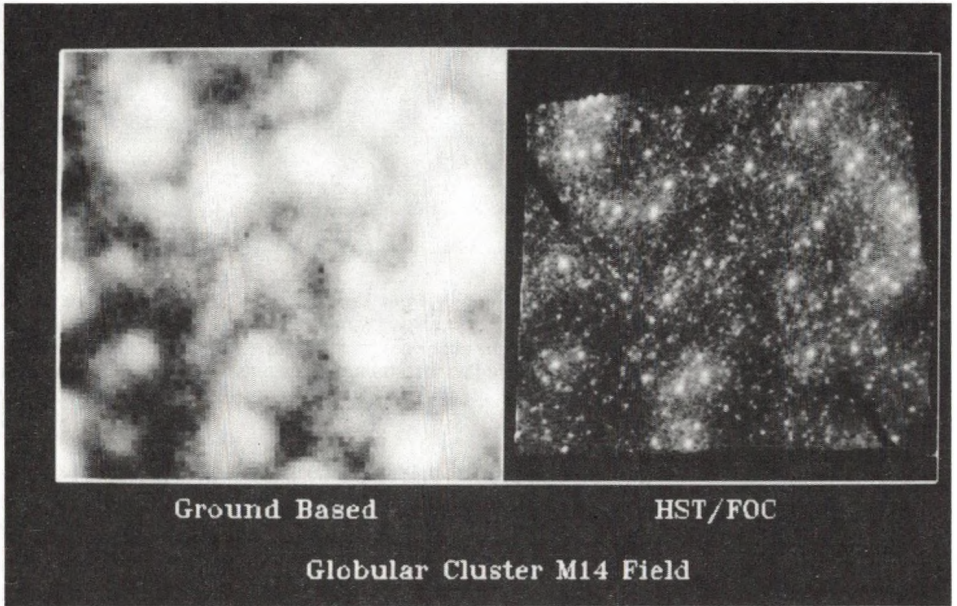
FOC correspond à 670 km par pixel (élément d'image): Saturne nous apparaît comme si elle était seulement à 800.000 km de distance.

Malgré les problèmes rencontrés par le système optique du Télescope, la FOC a déjà donné quelques résultats spectaculaires. En effet elle conserve l'essentiel de son pouvoir séparateur. Les astronomes ont appris à contourner le problème en utilisant des techniques d'amélioration de l'image par ordinateur afin d'éliminer l'effet de buée des images brutes. La caméra peut intensifier la lumière incidente en la multipliant par deux ou par quatre, selon la partie de son optique utilisée. Tout comme on ferme l'objectif d'un appareil photo, les astronomes de l'ESA peuvent utiliser la FOC en se concentrant sur certains aspects d'un amas qui les intéressent. Avec

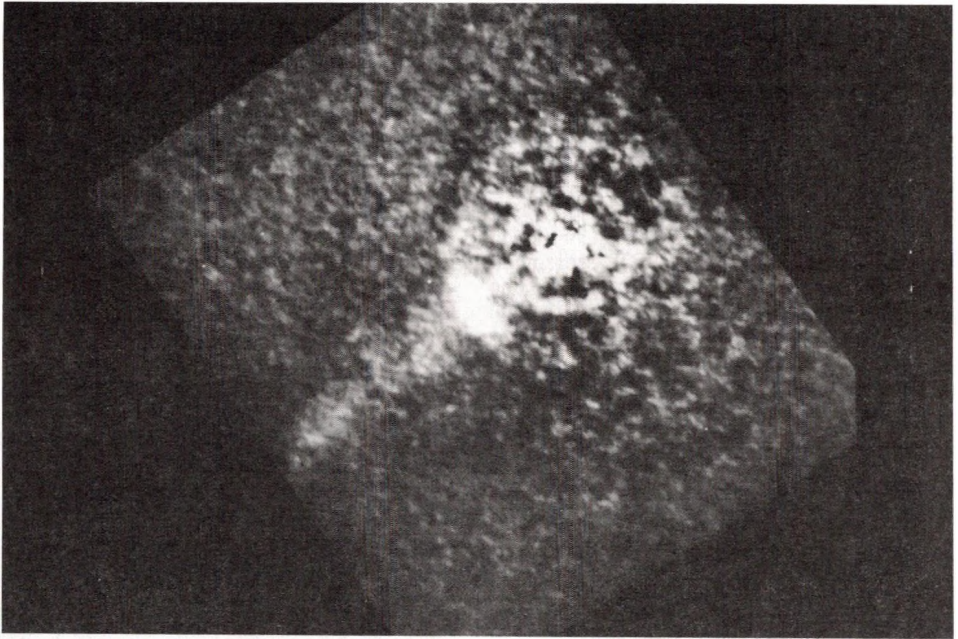
cette quadruple augmentation de l'intensité lumineuse, et une ouverture relative de  $f/96$ , ils réussissent à faire apparaître des détails encore jamais vus. Ils peuvent également passer à l'ouverture de  $f/288$ , et viser des secteurs encore plus circonscrits.

Un exemple de l'amélioration des images obtenues est donné par les observations de la planète Pluton et de sa lune Charon au moyen de la FOC. Découverte en 1978 seulement, Charon évoque davantage le compagnon d'une planète double qu'un satellite, même si sa taille exacte fait toujours l'objet d'intenses spécu-

lations. Comme en témoigne l'image prise du sol par le télescope franco-canadien d'Hawaii (cf. *Le Ciel* octobre 1990, p. 256), on n'a jamais pu voir Charon de façon aussi claire jusqu'à présent. Une image de Pluton et de Charon a été prise par la FOC à un moment où les deux objets sont le plus éloignés sur leurs orbites respectives. Il est prévu de faire d'autres observations afin de mieux établir l'orbite de Charon autour de Pluton: lorsque celle-ci sera connue avec précision, on pourra déterminer avec une meilleure précision les propriétés physiques de ces deux objets.



Amas globulaire M14. Comparaison d'images obtenues au sol avec le télescope de 4 m de Cerro Tololo, au Chili (à gauche) de 1,5 seconde d'arc de résolution et avec la FOC (à droite) avec des diamètres stellaires de 0,08 seconde d'arc. L'image de droite révèle des centaines d'étoiles individuelles là où n'en voit qu'une dizaine du sol. Champ de  $22'' \times 22''$ . (Cliché ESA/NASA)



**Radio-galaxie PKS 0521-36.** Sur cette image obtenue par la FOC, on voit clairement un jet de plasma de 30.000 années-lumière de longueur, éjecté du noyau de la galaxie (située à un milliard d'années-lumière de nous). Ce sont des électrons accélérés jusqu'à des vitesses proches de celle de la lumière qui produisent l'énergie émise par le jet: un trou noir très massif pourrait être situé au centre de cette galaxie. (Cliché ESA/NASA)

Un « pas de deux » similaire au couple Pluton-Charon est dansé par les deux objets constituant l'étoile connue sous le nom de R Aquarii, qu'Edwin Hubble lui-même avait étudiée. Il s'agit d'une géante rouge et d'une naine blanche, gravitant l'une autour de l'autre; à intervalles fréquents, de la matière provenant de la géante tombe sur la naine en entretenant une combustion nucléaire rapide. Ce phénomène s'observe sous la forme d'augmentation soudaine de son éclat.

A partir d'un observatoire terrestre, il est impossible d'apercevoir les détails d'un amas globulaire, notre atmosphère perturbant les images. Les images de l'amas M14 (dans Ophiuchus) prises par la FOC, ont mis en évidence des centaines d'étoiles individuelles.

En ayant une vue plus précise des amas globulaires, on pourra procéder à un « recensement » des étoiles qui les composent avec une bien plus grande précision qu'auparavant.

L'un des phénomènes astronomiques les plus spectaculaires de ces dernières années a été la supernova du Grand Nuage de Magellan, galaxie satellite de la nôtre qui en est éloignée de quelque 170.000 années-lumière. La supernova 1987A a été observée dans un premier temps par des télescopes terrestres et spatiaux au moment où son éclat augmentait d'une centaine de fois. Son éclat a depuis diminué d'un million de fois de telle sorte qu'elle devient très difficile à étudier pour la plupart des observatoires. Il y avait là un

candidat idéal pour la FOC qui a confirmé que la dimension de la supernova était environ égale à dix fois celle de notre système solaire et a montré l'anneau de matière entourant la supernova (cf. *Le Ciel*, novembre 1990, p. 305).

Deux des objets les plus bizarres observés par la FOC sont affublés de noms moins poétiques. Il s'agit d'une radio-galaxie et d'un quasar situé aux confins de l'Univers. PKS 0521-36 est une radio-galaxie éloignée d'environ un milliard d'années-lumière que les radioastronomes ont été les premiers à cataloguer. La FOC a montré qu'aux fréquences optiques, un énorme jet de matière s'en échappait (environ 30.000 années-lumière de

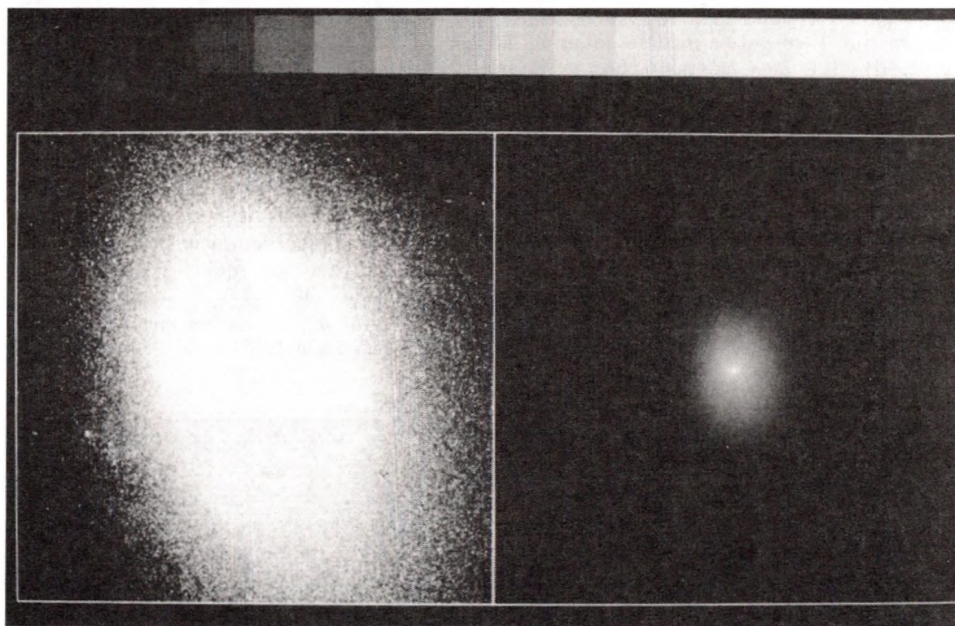
longueur).

Le quasar G2237+0305 (cf. *Le Ciel*, novembre 1990, p. 306) est à environ 8 milliards d'années-lumière de nous. La lumière qui en provient a été courbée par une galaxie vingt fois plus proche, de telle sorte que ce quasar se présente sous la forme de 4 objets distincts (la croix d'Einstein). L'existence de telles lentilles gravitationnelles avait été prévue par la théorie de la relativité générale d'Einstein et précédemment observée du sol, mais avec beaucoup moins de détails qu'au moyen de la FOC.

(J. Sauval, à partir du communiqué de presse de l'ESA du 6 nov. 1990)



La galaxie NGC 1068. Plus connue des amateurs sous le nom de Messier 77, cette galaxie du type Seyfert présente la particularité d'avoir un noyau très brillant et variable, probablement entretenu par un trou noir massif. La caméra à grand angle (WFPC) montre les nuages de gaz ionisés au voisinage du noyau. Le rayonnement ionisant du noyau semble confiné dans le cône superposé à l'image. (Cliché ESA/NASA)



La galaxie elliptique NGC 7457. Deux versions de la même image ont été produites avec des contrastes différents pour montrer combien la concentration d'étoiles au centre de la galaxie est très élevée. Le noyau est si compact qu'il ne peut être détaillé par la résolution du dixième de seconde atteinte par la caméra WFPC. (Cliché ESA/NASA)

### ***Nouvelles des futurs télescopes géants***

L'ESO (European Southern Observatory) vient de décider d'ériger son télescope géant (le VLT) dans un site différent de celui occupé actuellement au Chili. Le nouvel observatoire sera situé à 600km au nord de celui de La Silla, sur une montagne appelée Cerro Paranal, à 2660 mètres d'altitude (cf. photo de couverture). Les conditions atmosphériques y sont plus stables. Le nombre de nuits claires y est encore plus élevé, et les images y sont meilleures. Les conditions d'observation au Cerro Paranal ne semblent surpassées que par celles régnaient à Hawaii, à 4200 mètres d'altitude.

Rappelons que le VLT (Very Large Telescope) est un projet combinant quatre télé-

scopes de 8m20 de diamètre. Ces télescopes pourront fonctionner indépendamment ou en association, totalisant alors la puissance d'un télescope de 16m. Ils permettront même, en mode *interférométrique*, d'atteindre une résolution spatiale de 0,0005 seconde d'arc. De quoi faire blêmir les techniciens du Space Telescope.

Un autre géant, dont nous avons souvent parlé, est le Keck. Il s'agit d'un seul télescope de 10m de diamètre. Beaucoup plus classique que le VLT, il est cependant loin de ressembler au 5m de Palomar, ou au 3m60 de l'ESO. Sa monture est altazimuth, et son miroir est en fait une mosaïque de 36 miroirs hexagonaux (voir *Le Ciel* de novembre 1990, page 308). Mais la particularité la plus intéressante du Keck est que sa construction avance à grand pas. Après

la pose du quart de ses miroirs, il a réalisé ses premières observations le 24 novembre dernier, sur la galaxie NGC1232. D'après la California Association for Research in Astronomy (CARA), les tests ont été concluants, et démontrent la viabilité du projet. Dans la configuration actuelle, le télescope équivaut déjà au 5m du Mont Palomar.

### ***La Grande Tache Blanche de Saturne***

La récente apparition de la Grande Tache Blanche de Saturne a suscité beaucoup d'excitation chez les astronomes (voir *Le Ciel* de décembre 1990, page 333). C'était une occasion exceptionnelle qui justifiait la mise en œuvre de moyens exceptionnels. Ainsi fut fait. Les astronomes ont trouvé les arguments capables de faire flancher la NASA et les techniciens du Space Telescope, en sorte que l'observatoire spatial a pris une trentaine d'images de la planète géante entre le 16 et le 18 novembre. Il faut maintenant effectuer sur ordinateur un travail considérable pour débarrasser ces images des effets de l'aberration de sphéricité. Dès que cela sera fait, les astronomes disposeront d'une séquence d'images rappelant celles obtenues par les sondes Voyager (mais alors Saturne était plus calme). En étudiant l'évolution des formations nuageuses, on comprendra peut-être la raison de cette manifestation atmosphérique.

### ***Cent mille quasars et un million de galaxies***

Observer cent mille quasars et un million de galaxies, voilà l'objectif que veulent atteindre les astronomes de l'ARC (Astrophysical Research Consortium) dans une étude approfondie de l'univers. Un nouveau télescope de 2m50 sera construit pour l'occasion. Il sera équipé d'une caméra digitale pouvant couvrir un champ de 9 degrés carrés, ainsi que d'un spectrographe capable d'analyser d'un seul coup la lumière de 600 galaxies. Le but de l'étude est de mettre en évidence la structure à grande échelle de l'univers, et de dépasser considérablement les limites des travaux antérieurs. Rappelons que la découverte de la Grande Muraille (cf. *Le Ciel* de janvier 1990, page 8), plus grande structure connue à ce jour (au moins cinq cent millions d'année-lumière), résulte de milliers d'observations de galaxies individuelles, et représente dix années de travail d'une équipe d'astronomes. Avec les moyens qui seront mis en œuvre dès 1995, on espère étudier en 5 ou 7 ans, un volume de l'univers cent fois plus grand. Peut-être découvrira-t-on d'autres Grandes Murailles, et comprendra-t-on comment les amas de galaxies se répartissent à très grande échelle?