

---

## L'astronomie dans le monde

---

### ***Le centre de la Voie Lactée enfin observé dans le domaine optique***

*(adapté de l'ESO Press Release PR 09/90)*

Le New Technology Telescope (NTT) de l'ESO a permis la découverte de deux nouveaux objets dans la direction du centre de notre Galaxie, la Voie Lactée. L'un de ces objets, d'apparence bleutée, est le vrai centre de la Galaxie. Sa distance est de 28.000 années-lumière. Il a fallu la puissance de pénétration du NTT pour le voir au travers des épais nuages de poussières interstellaires.

Ces deux objets, provisoirement appelés GZ-A et GZ-B, seront étudiés avec tous les moyens possibles afin d'élucider le mystère de la nature du centre galactique. On espère ainsi apprendre si celui-ci est un amas d'étoiles jeunes et très chaudes ou, au contraire, un trou noir.

#### *Comment regarder au travers des nuages interstellaires*

Bien que l'on reçoive une grande quantité de rayonnement infrarouge de la partie centrale de la Voie Lactée, seules les ondes radio avaient permis de détecter le cœur même de celle-ci. Les radioastronomes avaient pu établir que la source Sgr A\*, dans la constellation australe du Sagittaire, était associée à ce centre (*cf. l'article suivant*). Dans les autres gammes du rayonnement électromagnétique (infrarouge, visible, ultraviolet, X ou gamma) on ne décelait rien à la position de la radio-source. Ceci était dû au fait que des nuages interstellaires très denses, constitués de gaz et de poussières, absorbent tous les rayonnements de plus courtes longueurs d'onde.

Un autre problème observationnel était posé par la multitude d'objets (étoiles et nébuleuses) qui apparaissent à l'avant-plan. En particulier une étoile relativement brillante (que l'on avait d'ailleurs prise un moment

pour le centre lui-même) est située pratiquement sur la ligne de visée et gêne considérablement l'observation.

Les astronomes se trouvaient confrontés à un dilemme. Le centre de la Galaxie devait, selon toute probabilité, être bleu. Mais le bleu est absorbé considérablement par la matière interstellaire. L'infrarouge traverse mieux cette matière, mais le centre galactique ne doit pas être très intense à ces longueurs d'onde. La solution trouvée par les astronomes était d'observer à une longueur d'onde intermédiaire. Il choisirent l'intervalle allant de 850 à 1100 nanomètres, soit juste au-delà du rouge. Dans ce domaine, un millionième de la lumière échappe à l'absorption.

#### *Que cache l'étoile brillante?*

Cinq expositions de quarante minutes chacune furent faites de la région du centre galactique. Les images furent traitées par un programme spécial développé à l'ESO. On les additionna pour produire le cliché le plus fouillé jamais obtenu de la région (voir image ci-jointe). De nombreux objets faibles sont visibles, parmi lesquels la quasi totalité des sources infrarouges recensées dans de précédentes études, mais qui n'ont aucun lien avec le centre galactique.

Dans une étape suivante, le piqué de l'image a été amélioré selon une méthode développée par un astronome de l'ESO. La taille des images était ainsi réduite à 0,4 seconde d'arc. Deux étoiles relativement brillantes sont visibles sur le cliché. L'une d'elles apparaît allongée, démontrant la présence d'astres plus faibles situés près de la ligne de visée.

En soustrayant de l'image allongée l'image parfaitement ronde de l'étoile voisine, il ne reste que celle des objets faibles qui déforment la première étoile. On observe ainsi deux objets d'aspect stellaire, GZ-A et GZ-B. En comparant leur position avec celle de la

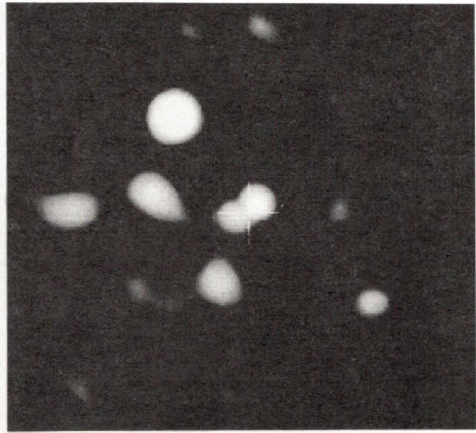
radio-source Sgr A\*, on a pu déterminer qu'ils se trouvent respectivement à 0,3 et 0,5 seconde d'arc du centre galactique, dans les marges d'erreur de la position radio de celui-ci. GZ-A n'émet pas dans le domaine infrarouge. Il est donc certainement de couleur bleue. Il ne reste donc que peu de doutes sur sa véritable identité. Il s'agit presque à coup sûr du centre galactique observé dans le domaine optique.

*Y a-t-il un trou noir au centre de la Galaxie?*

Les astronomes ont mesuré la brillance apparente de GZ-A et l'affaiblissement que sa lumière subit durant son voyage vers la Terre.

Ils ont ainsi pu reconstituer l'intensité intrinsèque de cet astre. Elle s'établit à quelques millions de fois celle du Soleil. Ceci pourrait être le fait d'un amas compact de quelques étoiles très chaudes (de type O7). On connaît plusieurs de ces amas, en particulier dans la nébuleuse Tarantule du Grand Nuage de Magellan.

Mais il pourrait aussi s'agir d'un trou noir, entouré de gaz extrêmement chaud. La preuve ne pourra venir que d'observations spectroscopiques. Celles-ci sont envisagées au NTT dans un avenir proche, mais elles demanderont des conditions d'observations idéales.



The Galactic Centre

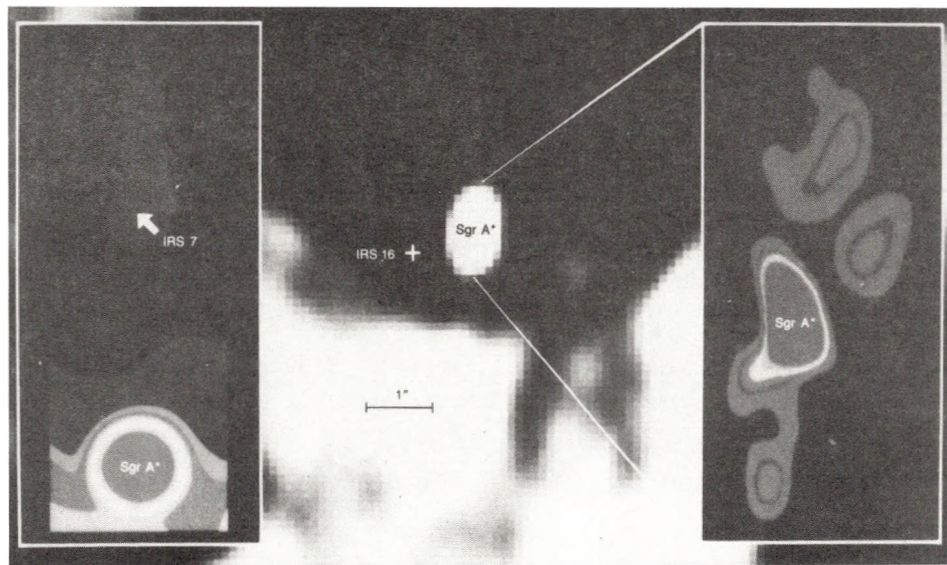
La première image optique du centre de la Galaxie. A gauche l'image originale, obtenue au télescope NTT de l'ESO, est constituée de la superposition de cinq clichés CCD de 40 minutes. On voit essentiellement deux étoiles brillantes. Le seeing était médiocre, de l'ordre de la seconde d'arc. Le cliché de droite montre le résultat du traitement par ordinateur. L'image de l'étoile centrale, pratiquement confondue avec le centre galactique a été soustraite. La résolution a ainsi été améliorée jusqu'à 0,4 seconde d'arc. Le centre galactique, tel que le situent les observations radio, est indiqué par une croix. Il est immédiatement encadré de deux objets : à gauche, GZ-A, et à droite GZ-B. On pense que GZ-A est le véritable centre de la Galaxie.

Cette importante découverte a bien sûr été accueillie avec beaucoup d'enthousiasme et d'excitation par la communauté astronomique.

### ***Le centre de la Galaxie en ondes radio***

Au cours d'une réunion de l'American Astronomical Society, en juin dernier, l'identité de Sgr A\* avec le centre galactique a été démontrée de façon très convaincante. Afin de s'affranchir de l'extinction interstellaire, des observations avaient été faites à la longueur

d'onde de 2 cm avec le Very large Array, un ensemble de 27 antennes géantes donnant une résolution spatiale meilleure que les télescopes optiques. L'image radio présentée ici montre Sgr A\* et un groupe voisin, très compact, de sources infrarouges IRS 16 (la séparation n'étant que de 0,15 année-lumière). Ce groupe a souvent été identifié comme étant le centre galactique. Selon certains astronomes l'énergie émise par IRS 16 et une étoile hyper-géante proche, suffit à expliquer les phénomènes violents de la région centrale de notre galaxie et, en particulier les mouvements turbulents de gaz.



Le centre de la Galaxie observé dans le domaine radio. Les deux encadrés montrent la source Sgr A\* à haute résolution spatiale. A gauche on y voit la queue s'étendant à partir de IRS 7. A droite on observe des nuages compacts de plasma très proches de la source centrale. (Cliché NRAO)

Les nouvelles observations radio infirment cette hypothèse. Elle mettent en évidence l'action de Sgr A\* sur une étoile supergéante rouge voisine, IRS 7. Cette dernière est soumise à une « érosion » intense due à une émission provenant de la direction exacte de Sgr A\*. IRS 7 développe ainsi une queue dans la direction opposée, un peu à la manière d'une comète. Si l'on ajoute que la haute résolution spatiale permet de distinguer un groupe de nuages compacts tout autour de Sgr A\* — nuages éjectés par cette source, ou se précipitant sur elle — on a toutes les raisons de croire que l'on a bien affaire au vrai centre galactique.

Comme on le constatera aisément, la comparaison entre les images optiques et radio est très difficile. L'absorption interstellaire change totalement l'intensité des objets selon la longueur d'onde. D'autre part les astres en question sont de caractères très divers, émetteurs bleus ou infrarouges.

### ***La galaxie « normale » la plus lointaine***

*(adapté de l'ESO Press Release PR 08/90)*

Les astronomes de l'ESO viennent de découvrir la galaxie normale la plus distante connue à ce jour. On lui a donné l'appellation G0102-190 et sa distance est si grande que sa lumière a été émise lorsque l'univers n'avait que le tiers de son âge actuel.

*Quel est l'intérêt de l'observation des galaxies normales?*

L'observation des profondeurs de l'univers révèle son évolution passée. Plus on regarde loin et plus on remonte dans le temps. Mais on n'observe alors que les objets les plus brillants et les plus spectaculaires, quasars et autres radio-galaxies. Ces objets anormaux sont certainement intéressants, mais ils ne représentent qu'une faible proportion des astres lointains. Le problème est que les galaxies ordinaires deviennent très vite indécélables, même avec les plus puissants télescopes.

Comme la matière de l'univers est en grande partie concentrée dans ces galaxies normales, leur étude est de la plus haute importance pour comprendre son évolution. Et c'est en observant ces astres à des époques reculées que l'on pourra interpréter leur formation et leur évolution.

### *La détection de galaxies lointaines grâce aux quasars*

Des galaxies, assez lointaines que pour être observées lorsque l'univers avait le tiers de son âge actuel, sont extrêmement faibles et très difficiles à déceler. En outre, si l'on veut réellement apprendre quelque-chose, il ne suffit pas d'observer une petite tache floue, mais il faut prendre des spectres, ce qui est encore bien plus difficile.

On connaît l'existence des galaxies normales lointaines par la présence de leurs raies d'absorption dans les spectres d'objets encore plus lointains et plus lumineux (quasars et radio-galaxies). Lorsque la lumière d'un de ces astres traverse le gaz contenu dans une galaxie, certaines longueurs d'onde sont atténuées. Les spectres des objets lointains montrent ainsi toute une série de raies d'absorptions dont les longueurs d'onde caractérisent le gaz absorbant et sa distance (par l'intermédiaire de l'effet Doppler qui change la longueur d'onde en fonction de la vitesse de récession de la galaxie, elle-même reliée à la distance par la loi de Hubble). Plusieurs études ont déjà été réalisées, qui ont permis d'observer des raies d'absorption de l'hydrogène et d'autres éléments devant des quasars.

### *Les premières observations à l'ESO*

Parmi ces observations figurent celles faites au télescope de 3m60 de l'ESO à La Silla. Tout d'abord une galaxie normale présentant un décalage Doppler (redshift) de 0,4 (ce qui correspond à un âge égal au deux tiers de celui de l'univers) a été détectée par la présence de raies d'absorption dans le spectre d'un quasar lointain. Des dizaines de cas semblables suivirent alors rapidement.

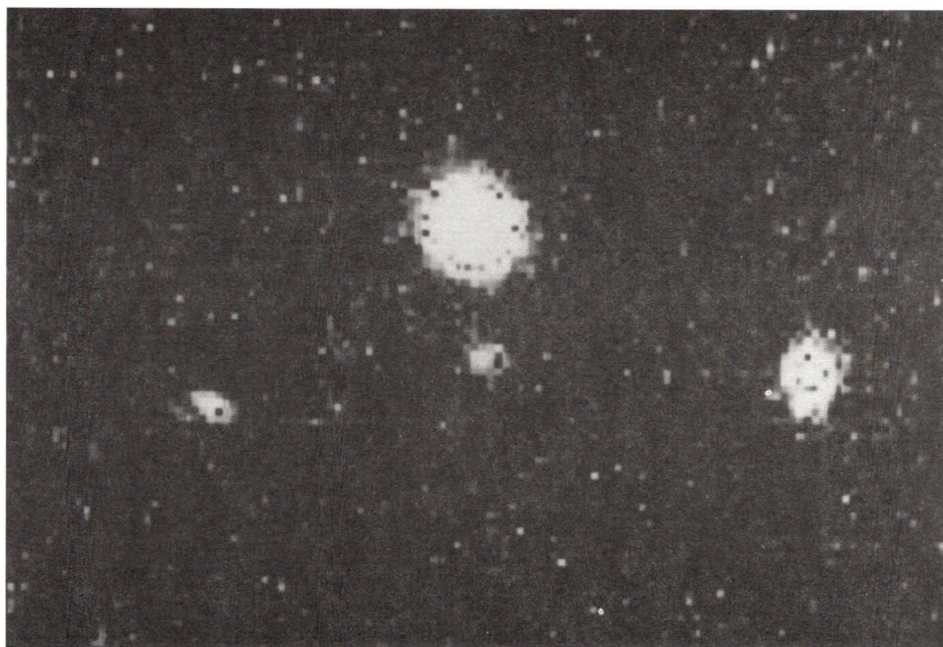
Le spectre et l'éclat de ces galaxies indiquent qu'elles sont parfaitement normales. Etant isolées dans l'espace, on les qualifie de galaxies de champ. Elles sont entourées d'immenses halos gazeux, trois fois plus étendus que la zone renfermant les étoiles. Ceci est démontré par le fait que l'on observe les raies d'absorption même lorsque la ligne de visée du quasar s'écarte de plusieurs secondes d'arc du centre de la galaxie.

Les galaxies de champ actuelles ne présentent pas de tels halos. On en arrive donc à penser que ceux-ci sont des vestiges de la

formation des galaxies et qu'ils ont fini par disparaître au cours du dernier tiers de l'existence de l'univers.

#### *Une galaxie normale avec un redshift de 1*

Des observations récentes menées au télescope NTT de l'ESO ont révélé une galaxie absorbante à un redshift de 1,025. Cette galaxie (G0102-190) est située dans la direction d'un quasar de redshift 3,035 (UM669). le cliché ci-dessous montre ces deux objets ainsi que deux autres galaxies très lointaines.



La galaxie normale la plus lointaine que l'on connaisse, G0102-190, observée durant une pose de plus de 4 heures au télescope NTT de l'ESO. Le champ mesure 39 secondes d'arc de large sur 26 de haut. L'objet le plus brillant est le quasar UM669, fortement surexposé. La galaxie est située à 4,8 secondes d'arc en-dessous. Seule la partie stellaire de la galaxie est visible. Le halo qui l'entoure n'est détectable que par les raies d'absorption qu'il produit dans le spectre du quasar. Les deux autres objets situés de part et d'autre sont des galaxies plus proches, bien qu'ayant des redshifts déjà fort respectables de 0,6 et 0,9. (Cliché ESO)

On a constaté que le halo de la galaxie G0102-190 est de dimensions comparables à celles des halos de galaxies de redshift 0,4, alors que l'âge de l'univers est deux fois moindre. Autrement dit cette importante caractéristique des galaxies n'a que peu varié pendant le second tiers de l'existence de l'univers. On pense maintenant étudier des galaxies encore plus lointaines pour tenter de vérifier cette constance des propriétés des galaxies, et préciser la période sur laquelle elle s'étend.

### ***Orion en radio et en infrarouge***

Quel amateur ne connaît pas la nébuleuse d'Orion, une des merveilles de notre ciel d'hiver? Les images que nous présentons ici sont bien différentes de celles que l'on voit généralement. Elles ont été obtenues en infrarouge (par le satellite IRAS, en 1983), et en ondes radio (au VLA). L'échelle des deux clichés est très différente. En infrarouge on voit un très grand champ. Les objets brillants sont Orion en bas, à droite, et la Rosette, à gauche du centre. En haut à droite on remarquera un anneau lumineux, fait de poussières, qui entoure Lambda Orionis.

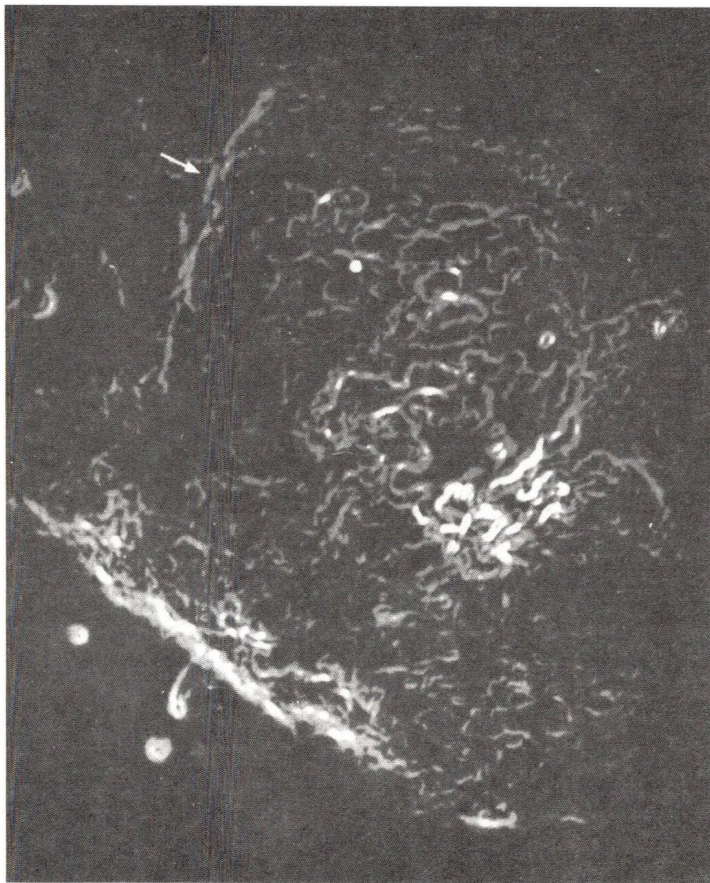
**La région d'Orion et de La Licorne, dans l'infrarouge. Image obtenue en combinant les observations faites à 12, 60 et 100 microns par le satellite IRAS en 1983. (Cliché JPL)**



L'image que nous présentons ci-dessous dans le domaine radio concerne une région bien plus réduite, le cœur même de la nébuleuse d'Orion, communément appelé le Trapèze. En bas à gauche, on voit la barre marquant le front d'ionisation de la nébuleuse. La structure de la zone centrale est organisée en

arcs lumineux, centrés sur les étoiles du Trapèze. Ces arcs sont probablement les enveloppes des « bulles » de gaz soufflées par les étoiles très chaudes qui sont responsable de la luminosité de la nébuleuse. L'arc marqué d'une flèche a une étendue d'une année-lumière et demie.

**La région du Trapèze d'Orion à la longueur d'onde de 20 cm. L'image a été obtenue avec le Very Large Array, au nouveau Mexique. (Cliché NRAO)**



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

(adapté de l'ESO Press Release PR 10/90)

La planète Saturne, deuxième par la taille dans le système solaire, est depuis peu gratifiée d'une très grande tache blanche. Il s'agit probablement d'une tempête gigantesque et le brassage de l'atmosphère y fait remonter des nuages blancs situés dans les couches inférieures.

La tache est d'abord apparue comme un point blanc dans l'hémisphère nord. Elle s'est ensuite développée jusqu'à entourer complètement la planète au niveau de l'équateur. Ce n'est pas la première fois qu'un tel phénomène se produit. Il a déjà été observé en 1876, 1903, 1933 et 1960, mais jamais avec une telle ampleur.

Actuellement, la planète Saturne est située dans la constellation du Sagittaire, et est donc particulièrement bien située pour les astronomes de l'hémisphère austral. A l'ESO, c'est Olivier Hainaut (temporairement détaché de l'Institut d'Astrophysique de Liège, et membre actif de notre société) qui s'est chargé, avec quelques collègues, de la surveillance de la tache blanche depuis le début d'octobre. La plupart de ces observations ont été faites avec le New Technology Telescope de 3m50 et le télescope de 2m20.

### *Evolution de la tache*

C'est le 25 septembre que des astronomes de l'observatoire de Las Cruces (Nouveau Mexique) ont, les premiers, noté l'apparition d'une tache blanche sur Saturne, par 12° de latitude nord. Beaucoup d'amateurs de tous les pays l'ont suivie pendant qu'elle grossissait de jour en jour jusqu'à atteindre le 2 octobre une taille de 20.000 kilomètres. On parvenait à déterminer que sa période de rotation était de 10 heures et 17 minutes, et donc un peu plus lente que celle de l'atmosphère environnante.

La tache continuait de s'allonger et, le 10 octobre, elle atteignait la moitié du diamètre apparent de la planète. A partir du 23 du même mois, les clichés pris à l'ESO montraient que la tache était devenue une bande entourant complètement l'équateur de Saturne. Dans

cette bande, de petites taches plus intenses sont apparues, qui sont maintenant suivies avec le plus grand intérêt. A l'heure actuelle, ces phénomènes ne montrent encore aucun signe d'affaiblissement.

### *Historique des taches de Saturne*

On a enregistré durant les deux derniers siècles une vingtaine de taches sur Saturne. Seules quatre d'entre elles pouvaient être qualifiées de « Grandes Taches Blanches », et aucune n'était comparable à celle-ci. Nous avons donc le privilège d'assister à un événement rarissime.

La première de ces Grandes Taches a été détectée en décembre 1876 par l'américain Asaph Hall, à Washington, et la suivante, en juin 1903 par E.E. Barnard avec la lunette d'un mètre de l'observatoire de Yerkes, dans le Wisconsin. Les deux autres furent observées par des amateurs : Will Hay en Angleterre, en août 1933, et J.H. Botham en Afrique du Sud, en mars 1960.

Toutes ces taches étaient dans l'hémisphère nord de Saturne. Celles de 1876 et 1933 évoluèrent à peu près à la même latitude que la tache actuelle ; les deux autres se trouvaient plus au nord (40° en 1903 et 58° en 1960).

### *Qu'est-ce qu'une « Grande Tache Blanche »*

Des observations suivies et détaillées des planètes géantes Jupiter et Saturne sont faites depuis l'invention de la lunette astronomique, au début du dix-septième siècle. L'étude de leur « météorologie » a beaucoup progressé grâce aux visites des sondes spatiales Pioneer et Voyager.

On sait depuis longtemps que l'atmosphère jovienne montre beaucoup plus de bandes et de tourbillons que celle de Saturne. Ceci s'explique par la présence dans la haute atmosphère de Saturne d'aérosols (poussières et fines gouttelettes) qui forment une enveloppe de brume cachant les structures sous-jacentes.

Les cinq Grandes Taches Blanches sont apparues avec une remarquable régularité, environ tous les trente ans. Ceci coïncide avec la période de révolution de la planète autour du Soleil, « l'année saturnienne ». Les taches sont chaque fois apparues au milieu de l'été

dans l'hémisphère nord, lorsque l'insolation y est maximale. On doit donc y voir une relation de cause à effet.

La plupart des spécialistes pensent que les Grandes Taches Blanches sont dues à des mouvements montants de l'atmosphère, qui amènent de gros nuages du type des cumulonimbus au-dessus de la couche d'aérosols. Ces nuages deviennent alors visibles. Les processus exacts qui entraînent ces mouvements ascendants restent encore mal connus. Arrivés

à haute altitude, les nuages sont étirés par des vents violents, ce qui explique qu'ils finissent par faire le tour de la planète. Les nuages sont groupés en un vaste système tourbillonnaire, comme les tempêtes terrestres, ou encore comme la Grande Tache Rouge de Jupiter et la Tache Sombre de Neptune. Il sera intéressant de voir comment ce système va évoluer et disparaître. La comparaison avec Jupiter, où la Tache Rouge existe depuis plus de quatre siècles pourrait être très révélatrice.

Les trois clichés ci-contre ont été réalisés entre le 8 et le 23 octobre par Olivier Hainaut et S. D'Odorico. Ils montrent comment la Grande Tache Blanche qui s'est développée dans l'hémisphère nord de Saturne a fini par encercler toute la planète.

Données techniques :

Le 8 octobre, pose de 1 seconde à 0h TU, avec un filtre U, au télescope NTT.

Le 16 octobre, pose de 1 seconde à 0h TU, avec un filtre isolant la longueur d'onde 486 nm, au télescope NTT.

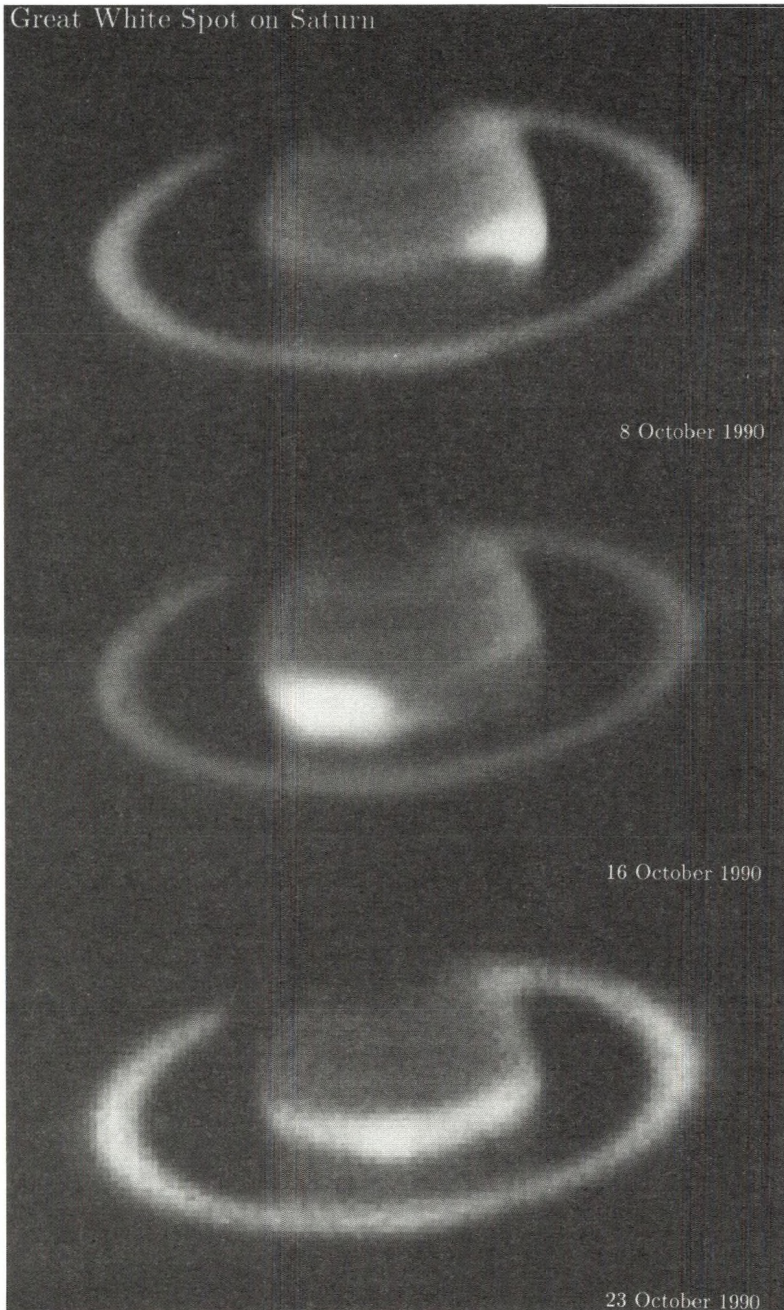
Le 23 octobre, pose de 10 secondes, à 0h01m TU, avec un filtre 388 nm, au télescope de 2m20.

Le disque de Saturne mesure 16 secondes d'arc de large.

(Clichés ESO)

(Voir aussi en couverture le résultat du traitement par ordinateur de l'image centrale, qui fait descendre la résolution spatiale à 0,4 seconde d'arc)

Great White Spot on Saturn



## **Geysers ou « tourbillons de sorcière » sur Triton?**

Les images du satellite de Neptune envoyées par la sonde Voyager n'ont pas fini d'intriguer les astronomes. L'une des énigmes est présentée par de nombreuses traînées sombres s'étendant sur plusieurs dizaines de kilomètres dans la direction des vents. Ces traînées sont les retombées de poussières soulevées dans l'atmosphère à environ huit kilomètres par un mécanisme encore mystérieux. La première explication consistait à y voir des geysers géants fonctionnant à partir de zones chaudes situées sous la surface de Triton. Une nouvelle théorie vient d'être proposée. Il pourrait s'agir de tourbillons s'élevant au-dessus de zones dépourvues de glace d'azote.

La surface du satellite — dans sa totalité, ou presque — est recouverte de cette glace d'azote. De petites régions qui en seraient dépourvues verraient leur température s'élever d'une quinzaine de degrés. L'atmosphère serait plus chaude au-dessus de ces zones et cela entraînerait la formation de tourbillons, du même type que ceux qui s'élèvent dans les déserts de notre planète et que l'on dénomme communément « tourbillons de sorcière ».

Cette théorie a quelques avantages. Elle ne demande pas de source de chaleur interne. Ensuite elle permet d'expliquer l'élévation de la température en fonction de l'altitude ; ce sont les tourbillons qui emportent la chaleur vers le haut. Cependant l'existence d'un « gradient » positif de température n'est établie qu'au-delà d'une dizaine de kilomètres d'altitude. Dans les couches plus basses, où sont confinées les éjections, la température semble suivre une distribution plus normale. Si cela est exact l'explication d'un transport de chaleur vers le haut ne tient pas, et il faut conserver l'hypothèse des geysers. D'autre part on a pu déterminer que les nuages de Triton sont composés d'azote gelé. Ceci tend à confirmer que la basse atmosphère est froide et ne permet pas la formation de tourbillon.

Si geysers il y a, leur origine serait due à un échauffement localisé, sous la couche de glace translucide, et sous l'action des rayons du Soleil. Il y aurait en quelque sorte un effet de serre dans la croûte de Triton.

## **Premiers résultats de Magellan**

Après les misères du satellite astrométrique Hipparcos, et celles du Hubble Space Telescope, les scientifiques avaient accueilli avec philosophie l'annonce de la perte de contact avec Magellan, quelques jours après sa mise en orbite autour de Vénus. Cette panne dura 14 heures et se répéta quelques jours plus tard. On décida malgré tout de commencer le programme d'imagerie radar de la planète, et les résultats déjà obtenus sont tout simplement spectaculaires.

Si l'on excepte une interruption de liaison lors de la conjonction solaire au début du mois de novembre, les données affluent régulièrement, révélant petit à petit la surface située sous la trajectoire de Magellan.

La sonde Pioneer Venus avaient été la première à cartographier Vénus, en mesurant simplement son altitude au-dessus du sol. Une résolution maximale de 25 km était atteinte dans certaines régions, et l'on apercevait les traits généraux de la topographie Vénusienne, en particulier l'absence de très grandes masses continentales.

Les vaisseaux soviétiques Venera 15 et 16 firent beaucoup mieux, avec une résolution spatiale de 2 km. Contrairement à la mission Pioneer, il s'agissait ici de véritable imagerie radar. Cette technique est couramment utilisée sur Terre, par exemple pour cartographier des régions où la nébulosité est très abondante, ou pour permettre l'espionnage par tous les temps, de jour comme de nuit.

Notons aussi que l'exploration radar du système solaire n'est pas l'apanage des vaisseaux spatiaux. L'antenne géante d'Arecibo (300 m de diamètre) est souvent utilisée pour l'étude radar de la surface des planètes et des astéroïdes. Dans le cas de Vénus, elle fournit une résolution à peu près équivalente à celle des sondes Venera.

Ces premiers travaux ont montré que le nombre de cratères à la surface de Vénus est relativement faible, ce qui indique que la surface a subi une évolution. En effet on estime que le taux de cratérisation correspond à un âge de l'ordre d'un milliard d'année. Sur les astres morts, comme la Lune ou Mercure, la surface est beaucoup plus vieille, et l'on observe un nombre beaucoup plus important de cratères formés durant les quatre derniers

milliards d'années. Le phénomène est d'autant plus marqué que le nombre d'impacts météoritiques était bien plus élevé dans les premiers âges du système solaire.

Comme souvent, les nouvelles questions posées par les observations des Venera étaient plus nombreuses que les réponses qu'elles apportaient. Certains voyaient quelques signes de volcanisme, d'autre interprétaient des particularités topographiques comme étant le résultat de mouvements tectoniques. Vénus apparaissait bien différente de la Terre, mais pour déterminer avec exactitude les processus géologiques qui y sont à l'œuvre, il fallait des observations plus fines. C'est ce que Magellan est en train de réaliser avec beaucoup de succès.

La résolution spatiale atteinte par Magellan est de l'ordre de 120 m, soit un progrès d'un ordre de grandeur sur Arecibo et les sondes Venera. Pour obtenir ces « images », Magellan envoie de brèves impulsions radar, non pas verticalement, mais avec une certaine inclinaison latérale. Le signal reçu en retour est un mélange complexe d'échos provenant de régions situées à des distances plus ou moins grandes. Ces échos peuvent être séparés et identifiés selon la variation Doppler de leur fréquence. Un point situé en avant de la trajectoire élève la fréquence de l'écho, alors qu'un point situé à l'arrière la diminue. L'intensité de l'écho dépend de la nature du sol, de sa rugosité, de son inclinaison (vers le satellite ou non). En décryptant toute l'information des échos successifs, on imagine que l'on peut reconstituer la carte et le relief de la zone

survolée. On imagine aussi la complexité de ce travail qui serait impossible sans de gros ordinateurs.

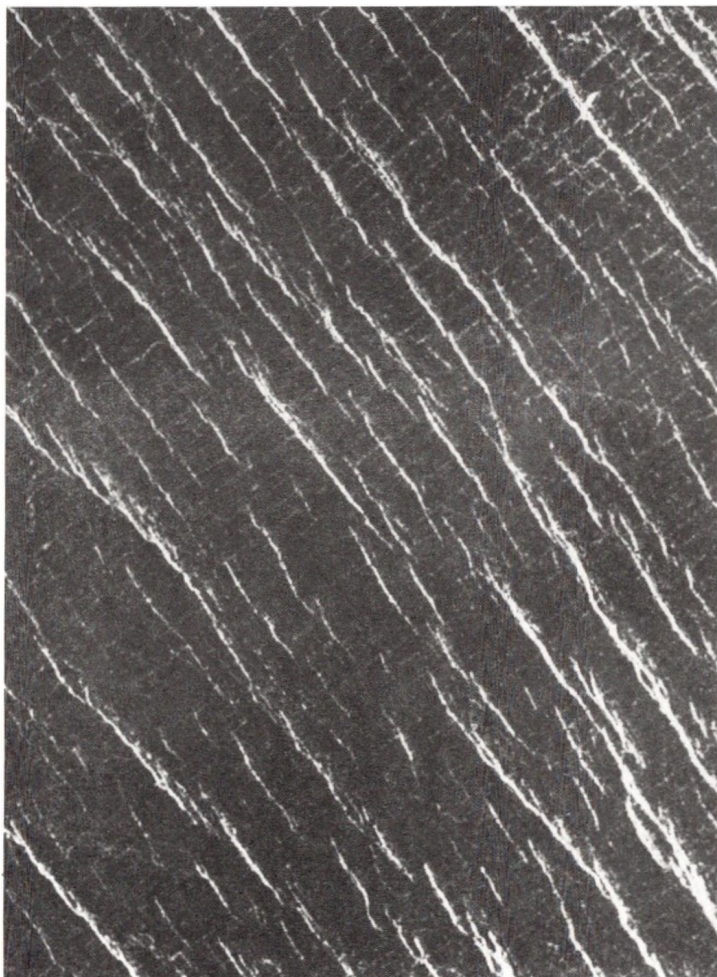
Outre cette imagerie à haute résolution, Magellan mesure les altitudes avec une précision d'une dizaine de mètres ; cela au moyen d'impulsions envoyées verticalement. La température est aussi relevée en tous points afin de déceler d'éventuelles éruptions volcaniques.

La trajectoire de Magellan est fixe dans l'espace. La planète tournant sur elle-même en 243 jours, il faudra tout ce temps pour cartographier la majeure partie de la surface (entre le pôle nord et la latitude australe de 67°).

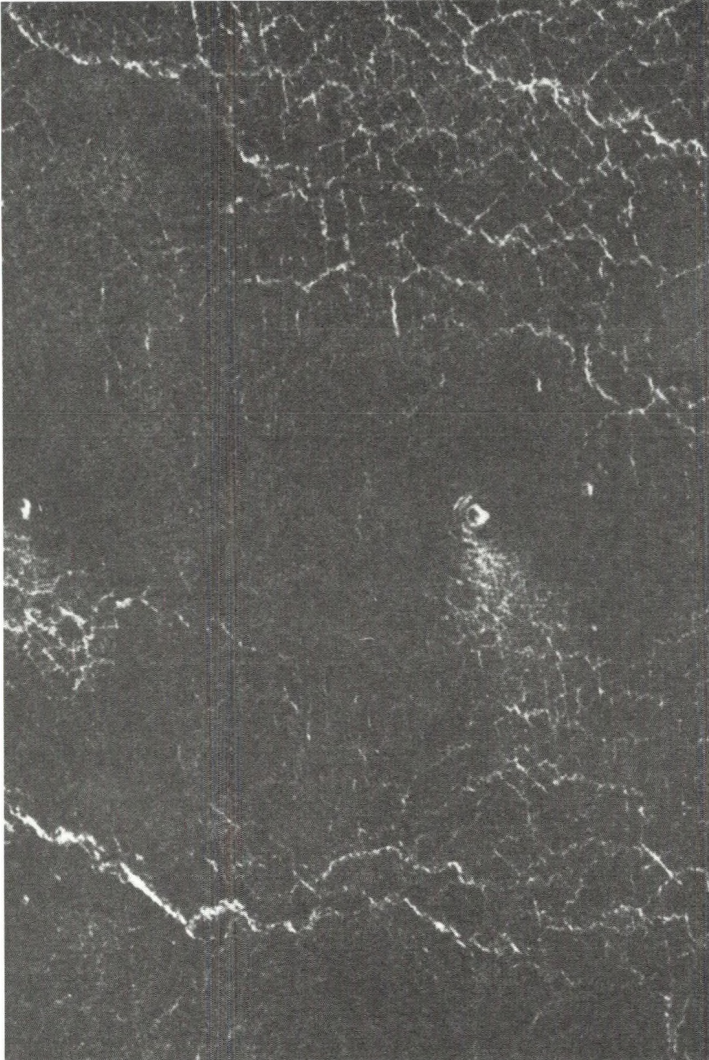
Malgré l'abondance de données — ou, peut-être, en raison de cette abondance — les astronomes n'ont pas encore répondu aux grandes énigmes de notre planète sœur. La croûte est-elle soumise à un recyclage permanent, comme les plaques de l'écorce terrestre? Y a-t-il des volcans et sont-ils encore actifs? Quel est l'âge réel de la surface? Quelle est l'origine des nombreux plissements, failles et autres accidents topographiques? Pourquoi l'érosion y est-elle si faible?

En fait les scientifiques croulent sous une avalanche de données et il faudra un certain temps avant de les digérer et d'obtenir une vue d'ensemble de la géologie vénusienne. Les images que nous présentons ci-après ne donnent qu'un petit aperçu de la diversité, et de la qualité, des documents qui parviennent sans arrêt de notre voisine.

**Fig 1.** Cette vue de la région de Lakshmi s'étend sur une trentaine de kilomètres de côté. On y voit deux systèmes de stries se recoupant à angle droit. Les stries fines (à la limite de la résolution des instruments) sont séparées d'un kilomètre environ. Les stries brillantes sont beaucoup moins régulières. Ce genre de terrain n'avait encore jamais été observé sur aucun astre et il constitue l'une des nouvelles énigmes soulevées par Magellan. Sur d'autres images fournies par la sonde, des stries analogues semblent associées à des volcans.



**Fig 2.** On se trouve ici au nord-est de Mons Ushas, et cette image montre peut-être un exemple de volcanisme explosif. Le cratère brillant central mesure un kilomètre de diamètre et est à l'origine d'un dépôt blanchâtre s'étendant en éventail. Le même phénomène se présente pour le cratère situé au bord de l'image. La structure sous-jacente du sol reste visible. Ce comportement est typique de retombées pyroclastiques lors des explosions volcaniques terrestres.



**Fig 3.** Cette tranchée en forme de lézard s'étend ici sur une cinquantaine de kilomètres dans la plaine de Lavinia, à la limite de deux grandes zones ayant des comportements tectoniques très distincts. Elle est due aux tensions internes de l'écorce de la planète. Les alignements de cratères laissent penser qu'une intense activité volcanique a accompagné la formation de cette structure.

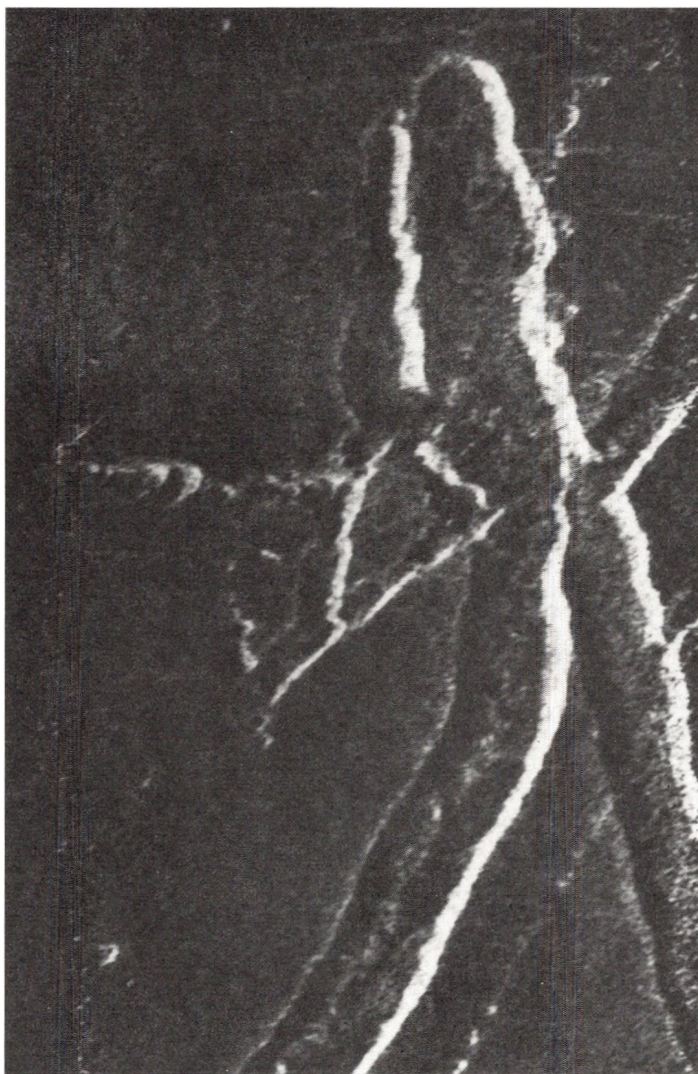
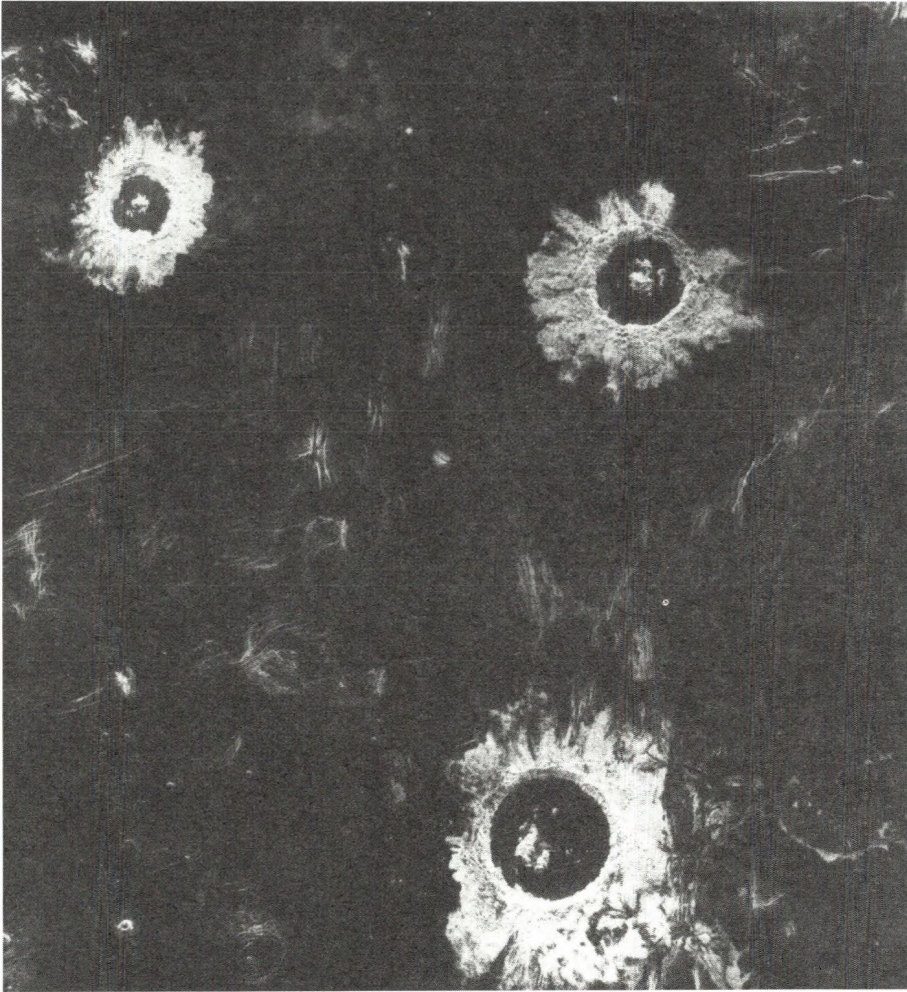


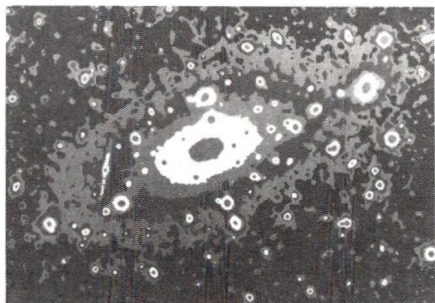
Fig 4. La finesse extrême de cette image est due au fait qu'il s'agit d'une mosaïque, assemblant des clichés sur une étendue totale de 300 km. Les trois magnifiques cratères que l'on peut voir sont manifestement dus à des impacts météoritiques. Leurs diamètres sont compris entre 37 et 50 km. On distingue les traits caractéristiques de tels cratères : dépôts brillants, murs intérieurs en terrasse, pics centraux. Dans le coin inférieur gauche de la photo on peut voir des dômes dont l'origine est très probablement volcanique. Cette image est, elle aussi, striée de plusieurs systèmes de fractures d'origine encore mystérieuse.



## ***Une galaxie géante***

La formation et l'évolution des galaxies sont encore loin d'être bien comprises. Par exemple, on ne sait pas si les amas de galaxies se constituent par la réunion de galaxies déjà formées, ou si les galaxies naissent déjà en groupes.

La plupart des amas ont, trônant en leur centre, une énorme galaxie assez informe. On admet que c'est à la suite d'une série de collisions que ces galaxies se forment, cannibalisant leurs voisines les unes après les autres.



Avec un rayon de 2 millions de parsecs (6 millions d'années-lumière), la galaxie centrale de Abell 2029 est l'une des plus grosses galaxies connues. Sa luminosité équivaut à cent fois celle de notre Voie Lactée et sa masse à cent mille milliards de fois celle du Soleil.

Un amas particulier, Abell 2029, se révèle d'une grande importance dans la résolution de ce problème. Sa galaxie principale est si lumineuse qu'elle est à l'origine de plus du quart de l'émission totale de l'amas. Analytant en détail la structure de cette galaxie, et surtout de son halo, les astronomes lui ont trouvé une uniformité remarquable. La décroissance de la luminosité est très régulière lorsque l'on s'éloigne du centre. L'absence de détails structurels est la preuve qu'il n'y a pas eu « récemment » de collisions avec d'autres galaxies. Ceci laisse donc penser que la formation des galaxies a lieu très tôt dans la vie des amas.