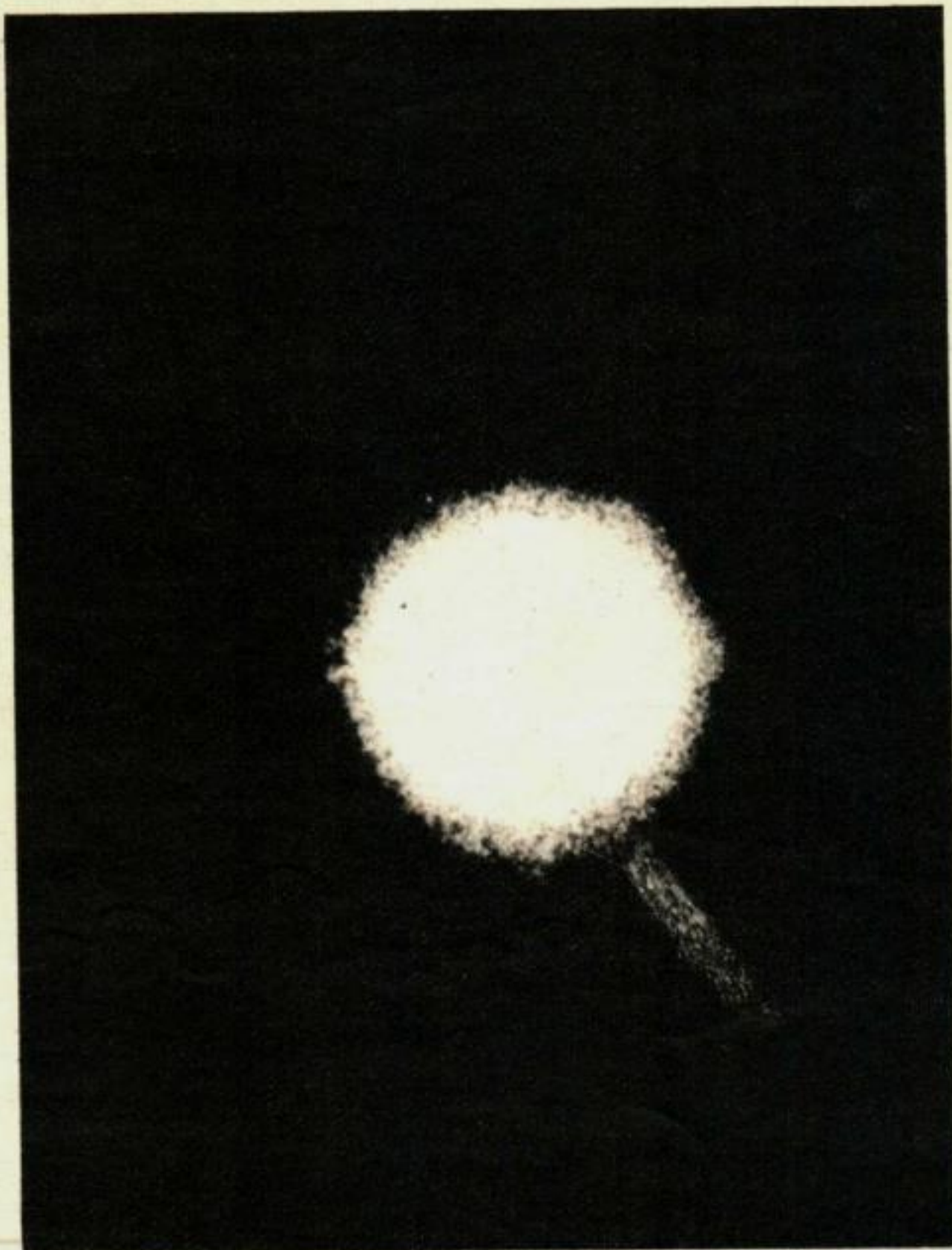


DES FOURNAISES MYSTÉRIEUSES



AUX CONFINS DE L'ESPACE

Les quasars sont les objets les plus anciens, les plus rapides et les plus brillants encore observés dans l'espace. Ils contiennent peut-être le secret de l'Univers.

Par J. PEARSON

LE PLUS BRILLANT DES QUASARS, 3C 273, dans une photo prise au télescope et montrant un jet de gaz projeté par l'explosion.

LE plus grand radiotélescope de l'Australie est un monstre de béton et d'acier qui domine de la hauteur de 18 étages les vastes champs de blé de Parkes en Nouvelle Galle du Sud. Son antenne en forme de cuvette a 63 m de diamètre et peut capter des ondes radio qui ont franchi des milliards d'années lumière. Sa construction a coûté près de 10 millions de francs.

Ce n'est pas le genre d'instrument que des savants avisés laisseraient démonter à coups de marteaux. C'est pourtant ce qui s'est produit en 1962 peu de temps après la mise en service du télescope.

Les savants avaient une raison impérieuse. Ils voulaient absolument repérer l'emplacement de nouvelles sources d'ondes radio, des sources qui rayonnent des quantités incroyables d'énergie dans l'espace. Ce sont peut-être, là, les phénomènes les plus impressionnants et les plus mystérieux que l'homme aient encore découverts. On les appelle quasars — quasi stellar radio sources. Ces sources d'énergie qu'on vient de découvrir contiennent peut-être le secret de l'origine de l'Univers — si l'Univers a vraiment une origine.



Les Australiens ont décidé de modifier leurs coûteux instruments pour pouvoir surmonter l'un des handicaps des radiotélescopes. Comme ils travaillent beaucoup sur des longueurs d'onde de l'ordre du mètre, on ne peut les régler avec la même précision que le télescope optique qui concentre les ondes lumineuses dont la longueur d'onde est de l'ordre du 1/1 000 de mm.

Une antenne de 60 m par exemple ne peut délimiter une source radio avec une précision plus grande que quelques minutes d'arc — une zone si large qu'une plaque photographique couverte par elle contiendrait non pas un mais des douzaines d'objets.

Un moyen de surmonter cette difficulté, c'est d'utiliser deux télescopes très éloignés l'un de l'autre et braqués sur la source. Mais les savants australiens ne disposaient que d'un seul télescope. Ils ont alors imaginé une autre méthode. Ils savaient que plusieurs des sources étaient éclipsées par la Lune à certains moments. Lorsque la Lune passe entre la Terre et la source, la réception est brusquement coupée. Elle reprend avec la même soudaineté quand la Lune s'est écartée.

Comme on connaît bien l'orbite de la Lune, on peut déterminer les points d'interruption et de rétablissement des signaux. On peut se servir de ces deux points pour situer la source dans un arc d'une seconde — une précision qui peut satisfaire un astronome optique.

L'homme qui a conçu cette méthode, c'est Cyril Hazard, un jeune astronome britannique.



ŒUVRANT EN AUSTRALIE, le Dr Cyril Hazard a conçu une méthode originale pour repérer certaines des sources radio mystérieuses. On a pu ainsi les situer avec beaucoup de précision.

EN CALIFORNIE, l'astronome Allan Sandage a braqué le grand télescope de Palomar sur un point déterminé par le docteur Hazard. Il n'a rien trouvé d'extraordinaire, seulement ce qui semblait bien être une étoile peu brillante.



LES ASTRONOMES ne pouvaient interpréter logiquement les spectres des objets nouvellement découverts. Puis, le docteur Maarten Schmidt trouva une théorie qui permit d'identifier le premier quasar.

Mais elle comporte quelques difficultés pratiques, comme l'a expliqué Hazard. Un jalonement préliminaire d'un des objets les a révélées. La source radio était éclipsée quand la Lune était au zénith du télescope et réapparaissait 62 degrés plus bas. Mais le télescope était construit de telle sorte qu'on ne pouvait l'incliner que de 61 degrés : à cette inclinaison, le bord touche le sol.

« Nous avons donc creusé le sol pour permettre au bord de descendre plus bas », explique Hazard.

Mais le mécanisme comportait des roues dentées qui empêchaient le bord de toucher le sol. « Nous les avons démontées. »

Enfin, une panne de courant était à craindre au moment crucial. Le savant a donc montré aux ouvriers comment il fallait pointer le gros télescope à la main avec une vitesse exacte pour conserver le pointage sur l'objectif.

Mais il n'y eut pas de panne de courant. Le plan se réalisa parfaitement. Les ondes radio provenant du mystérieux objet céleste furent captées par l'antenne, renforcées électroniquement par l'amplificateur, puis traduites en milliers de formes ondulées sur de longs rubans.

On a ainsi réalisé deux enregistrements complets. Hazard se rendit avec l'un d'eux en avion à 300 km de là où se trouvait un centre de calcul électronique et un collègue le suivit avec l'autre dans un autre avion.

« En cas d'accident », expliqua le laconique Hazard.

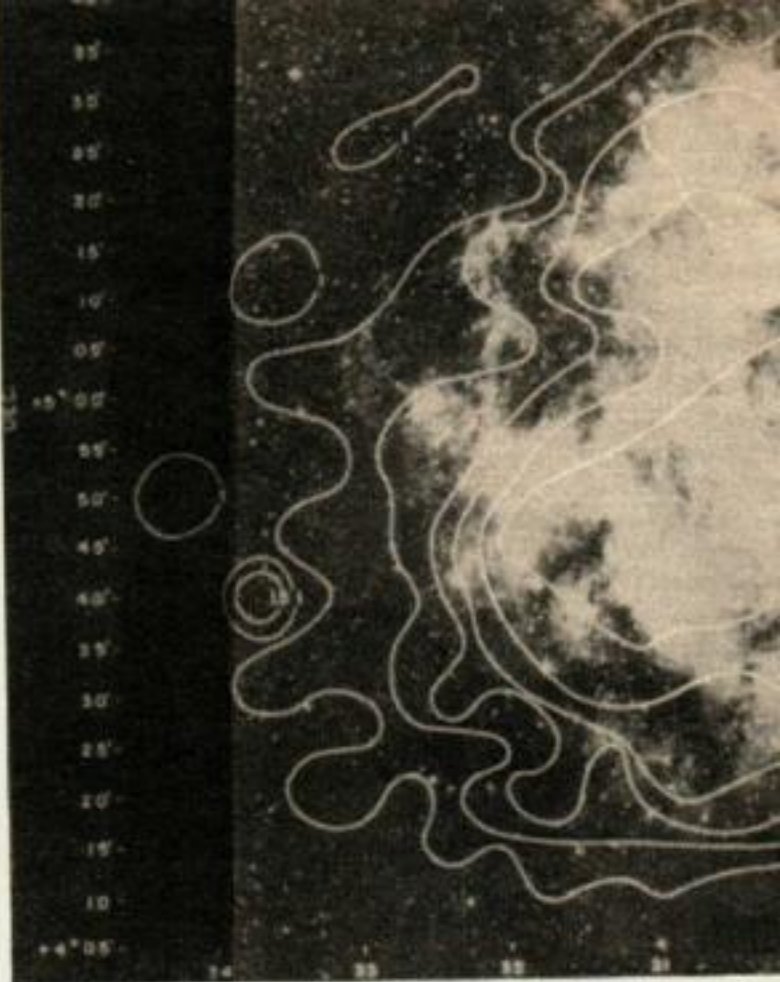
Après traitement, l'information fut envoyée aux observatoires du Mt Wilson et Palomar, où se trouvait le miroir de 508 cm qui peut scruter l'espace à une profondeur plus grande que n'importe quel autre instrument optique de la Terre. L'astronome Allan Sandage et un collègue s'en servit pour prendre une série de plaques photographiques, dont chacune montrait une multitude d'objets. Mais parmi ces objets, et au point exact signalé par les savants australiens, on put voir un point lumineux ressemblant à une étoile.

On l'identifia comme étant 3 C 273 (n° 273 du troisième catalogue des sources radio de Cambridge) qu'on avait pris pendant longtemps pour une étoile de peu d'importance de notre propre galaxie. Ce fut en réalité le deuxième quasar identifié comme tel.

Déjà en 1960, Sandage avait identifié une autre source radio — 3 C 48 — avec ce qu'on considérait comme une étoile de la constellation Triangulum. Lui et ses collègues en étaient encore à l'étudier quand on découvrit le 273.

Si les identifications sont justes — et il semble bien qu'elles le soient — ce qu'on prenait naguère pour des étoiles rayonnent des ondes radio avec autant d'énergie que des galaxies entières.

Jusqu'à présent, dans le domaine tout nouveau de la radio astronomie la plupart des sources de rayonnement ont été identifiées comme étant des galaxies ou des restes de supernovas — explosions cataclysmiques



LES TÉLESCOPES OPTIQUES et les radiotélescopes ne « voient » pas les objets tout à fait avec les mêmes yeux. On voit ici qu'une carte des champs radio de la nébuleuse de Rosette, une nuée de gaz, chevauche la photo optique.



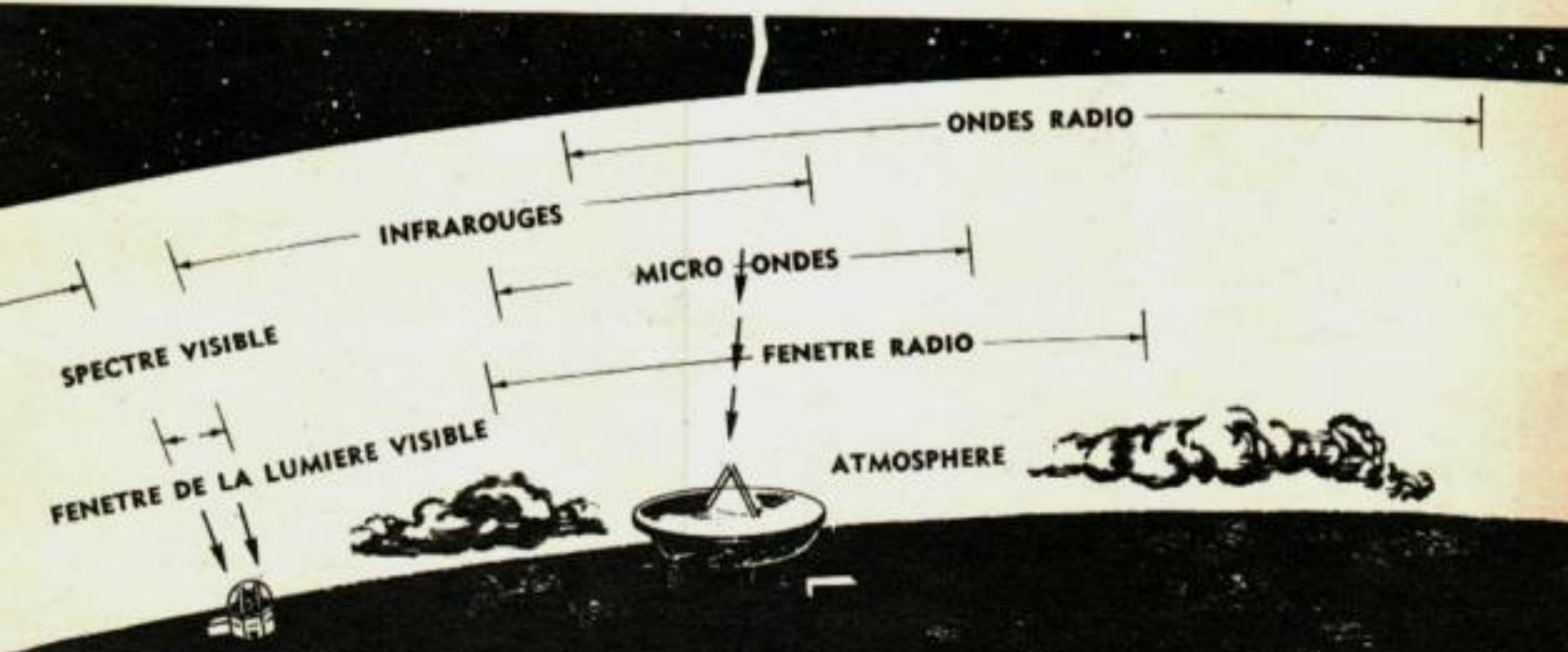
d'étoiles. Les objets célestes rayonnent des ondes qui couvrent tout le spectre électromagnétique. Ainsi, la Terre est bombardée de rayons X, ultraviolets, infrarouges, lumineux et radio. L'atmosphère absorbe une grande partie de ces radiations mais se laisse traverser par une bande lumineuse et une bande radio bien plus large.

Une grande partie du rayonnement radio est produit par ce que les savants appellent le rayonnement synchrotron. Quand des particules élémentaires chargées (électrons et ions) se déplacent en spirale dans un champ magnétique, elles produisent des parasites



LES RADIOTELESCOPES disposent d'une « fenêtre » plus grande sur l'Univers que les instruments optiques. Comme on le voit sur le schéma ci-dessous, l'atmosphère absorbe une grande partie de l'énergie provenant de l'espace.

LE DETECTEUR DE QUASAR, le télescope de Parkes, en Australie, est monté sur une tour de 12 mètres en béton, et peut pivoter sur 360°. Il a détecté les ondes radio provenant de 3C 273.



radio. Captés par des antennes placées sur terre, ces parasites font un bruit qui d'après les savants, ressemble à « des cailloux roulant sur un toit en tôle ». C'est pourtant ce bruit, exprimé en lignes tracées ou en chiffres, que les astronomes prennent comme élément de travail.

Notre soleil, comme d'autres étoiles ordinaires, n'émet que des ondes radio relativement faibles. Si le soleil était aussi éloigné de la terre que l'étoile la plus proche, nos radiotélescopes actuels ne pourraient détecter ses signaux. Si ce ne sont pas des étoiles, que sont donc 3 C 273 et 3 C 48 ? Une chose est

certaine : il ne s'agit pas de phénomènes fortuits ou isolés. On allongea bientôt la série avec 3 C 147, 3 C 254, 3 C 245 et d'autres. Au moment où cet article est écrit, on a déjà identifié quarante-cinq objets de ce genre. Chacun a été reconnu par des télescopes optiques et radio.

Les spectrogrammes sont difficiles à interpréter

Mais la photo d'un corps céleste n'est que le premier élément d'une étude détaillée de son spectre. Une analyse complète de la
(Suite page 110)

vant de Caltech, Maarten Schmidt, remit les recherches sur les rails. En scrutant les spectrogrammes de 3 C 273, il s'aperçut que les raies dominantes pourraient rentrer dans l'ordre logique si l'on tient compte du « glissement » vers le rouge, un étalon utilisé par les astronomes pour mesurer la vitesse et la distance.

Un objet immobile peut émettre une lumière d'une certaine longueur d'onde, disons bleue. Mais plus vite il s'éloigne de l'observateur (aux vitesses astronomiques, bien entendu), plus la longueur d'onde de la lumière s'allonge et glisse vers la partie rouge du spectre. L'objet « bleu » apparaît alors comme rouge (on peut remarquer la même chose avec les ondes sonores : le sifflement d'un train qui s'éloigne de vous semble moins aigu).

Schmidt découvrit avec surprise que le glissement vers le rouge de 3 C 273 atteignait 16 %. Si cela était vrai, on peut conclure que 3 C 273 n'est nullement une étoile de notre propre galaxie mais un objet se trouvant aux confins de l'espace et s'éloignant de la Terre à la vitesse de 50 000 km/seconde.

Le glissement au rouge comme indicateur

Le glissement au rouge peut être interprété comme indicateur de vitesse : plus le glissement est important, plus la vitesse de l'objet se rapproche de celle de la lumière. Le glissement au rouge de plusieurs autres objets mystérieux fut étudié. Schmidt en tira quelques vitesses fantastiques : 3 C 147 : 125 000 km/s ; 3 C 254 : 150 000 km/s ; 3 C 245 : 180 000 km/s. Le record était battu par 3 C 9 avec une vitesse estimée à 240 000 km/s, soit 80 % de la vitesse de la lumière ! Le glissement au rouge indique également la distance. L'observation montre que l'univers est en expansion constante. Dans un univers en expansion, les objets qui se déplacent le plus vite sont aussi ceux qui sont les plus éloignés.

Les calculs indiquent que 3 C 273 par exemple est à la distance de deux milliards d'années-lumière environ, et 3 C 48 à quatre milliards d'années-lumière. Cela permet de conclure que 3 C 9 est l'objet le plus éloigné qu'on ait jamais détecté, mais les savants sont dans l'impossibilité de déterminer cette distance. Mais si les quasars sont encore visibles à ces distances, cela indique qu'ils sont 100 fois plus brillants qu'une galaxie contenant des milliards d'étoiles.

Les astronomes font remarquer que les distances fabuleuses dont il est question ne permettent plus d'être estimées avec précision. Une année-lumière est la distance franchie par la lumière en une année. Comme elle a une vitesse de 300 000 km/s, elle franchit 10 000 milliards de kilomètres en une année. Si vous multipliez cette distance par, disons 4 milliards d'années-lumière (pour 3 C 48), vous trouvez une distance qui dépasse notre entendement. On peut alors comprendre Maarten Schmidt quand il commente :

« Nous avons dû jeter tous nos étalons par la fenêtre. »

Des fournaies mystérieuses aux confins de l'espace

(Suite de la page 27)

lumière qu'il émet peut donner des indications sur la composition de l'objet, sa température et sa distance. Les études spectrographiques des nouvelles découvertes, qui sont particulièrement riches en rayons ultraviolets, n'ont fait qu'épaissir le mystère.

L'astronome Jesse Greenstein, de l'Institut de technologie de Californie, a fait une étude très poussée de 3 C 48. Les raies de son spectre, a-t-il signalé, « ne sont pas disposées dans un ordre simple et ne correspondent pas avec celles observées avec d'autres étoiles ou supernovae, ni avec les raies dominantes des nébuleuses brillantes ».

Deux ans passèrent avant qu'un autre sa-

Mais quand on jette un regard si profond dans l'espace, on sonde du même coup l'abîme du temps écoulé. La lumière et les ondes radio qu'on reçoit aujourd'hui des quasars avaient été émis il y a des milliards d'années, avant la naissance du Soleil et de la Terre. Les objets eux-mêmes n'existent probablement plus, ayant été anéantis dans une désintégration fulgurante.

Nous sommes presque témoins des origines

Sandage pense que le grand télescope de Palomar pourrait bien sonder 93 % du temps écoulé depuis les origines, si origines il y a, de l'univers. Le taux d'expansion actuelle de l'univers fait penser qu'il a pris naissance en un point quelconque il y a quelque 13 milliards d'années. Et lorsque 3 C 9 existait encore, suivant Schmidt, l'univers n'était qu'un tiers de son étendue actuelle.

Il existe deux grandes théories de l'univers : le grand boum et l'état constant, et l'on pense qu'une étude poussée des quasars permettra de les élucider. Les deux sont basées sur l'expansion observée de l'univers.

La théorie du grand boum suppose que l'univers a commencé par une énorme explosion de la masse originale. Depuis, il n'a pas cessé d'évoluer et de s'étendre, comme un nuage immense de gaz au sein duquel les étoiles et les galaxies se condensent et se forment. Les objets qui ont acquis la plus grande vitesse au départ sont les plus éloignés (l'origine de la masse originale elle-même reste, bien entendu, le grand mystère).

La théorie d'état constant soutient que l'univers est éternel, sans commencement ni fin. A mesure qu'il s'étend, les objets s'éloignant de plus en plus les uns des autres, les vides sont spontanément remplis par une matière nouvelle.

Plus nous en savons sur les quasars et autres objets éloignés, plus nous en saurons sur l'univers tel qu'il était il y a fort longtemps. Si nous découvrons qu'il était fort différent de son état actuel, nous pourrions alors éliminer la théorie de l'état constant.

D'étranges galaxies bleues

Les observations faites aux confins de l'espace ont mis à jour un « cousin » du quasar. En juin dernier, Allan Sandage avait annoncé l'identification de ce qu'il appelle les « galaxies bleues quasi-stellaires ». D'après lui, elles ressemblent à des étoiles, se déplacent à des vitesses très grandes et émettent une lumière bleue très puissante. Mais contrairement aux quasars, elles n'émettent pas d'ondes radio. On estime qu'elles sont à peu près 500 fois plus nombreuses que les quasars et sont peut-être une forme ultérieure de l'évolution.

Des recherches laborieuses ont permis également de mettre au jour des aspects singuliers des quasars. Leur émission d'énergie prend la forme d'une pulsation. En examinant les vieilles plaques photographiques, les savants ont découvert que le rayonnement visible d'un quasar varie suivant un cycle régulier qui dure treize ans. On a trouvé

un autre dont le rayonnement a triplé en l'espace de deux ans. D'autres sont caractérisés par une variation dans la propagation des ondes radio. En étudiant 3 C 273, un observateur a signalé que son rayonnement a augmenté de 40 % en l'espace de trois ans. Il a également observé, sur deux autres, des réductions notables.

Lorsque les astronomes russes découvrirent qu'une des sources rayonnait un signal « clignotant » tous les cent jours, l'un d'eux annonça qu'ils avaient découvert une supercivilisation, que des êtres intelligents tentaient d'entrer en contact avec d'autres êtres doués de raison.

Bien que les savants occidentaux soient convaincus de l'existence probable de vie intelligente extra-terrestre, ils ont aussitôt rejeté l'hypothèse du Russe. (Par la suite, ses propres collègues se sont désolidarisés.) « Tout ce que disent les Russes, c'est qu'on a constaté une pulsation régulière dans les émissions radio », a commenté un savant britannique.

« Il y a de nombreuses explications possibles dont quelques-unes font appel à des phénomènes purement physiques. »

Les savants de Caltech ont estimé improbable qu'une civilisation quelconque soit en mesure de manipuler une énergie équivalente à celle de milliards de soleils.

Ce que sont les quasars et comment ils sont formés sont des questions qui restent sans réponse. Comment des objets qui sont relativement petits peuvent produire une quantité aussi énorme d'énergie ? C'est aussi un mystère.

Deux théories différentes

Certains savants pensent qu'un quasar est peut-être une étape primaire et concentrée dans l'évolution d'une galaxie, l'éclat extraordinaire provenant de l'explosion des supernovas à la cadence d'environ 100 par an (la cadence habituelle est une explosion tous les trois cents ou quatre cents ans).

D'autres savants pensent qu'il s'agit d'étoiles très concentrées animées de pulsations, par des réactions nucléaires. Elles sont enfermées dans des nuées épaisses d'électrons accélérés et de gaz qui s'illuminent sous l'effet du rayonnement ultraviolet de l'étoile ; quand leurs foyers nucléaires sont consumés, elles se tassent sous l'effet de la pesanteur et disparaissent de la vue.

Et pourtant, d'autres savants sont convaincus qu'aucun des phénomènes connus de la physique ne peut rendre compte de ces objets mystérieux. Le Dr Herbert Friedman, du Naval Research Laboratory de Washington, en est un.

« Nous ne pouvons tout simplement pas nous expliquer comment une quantité aussi énorme d'énergie peut être produite. Ce que nous savons des réactions nucléaires et de l'annihilation entre la matière et l'antimatière ne correspond pas. Il se peut que nous ayons sous les yeux une forme complètement nouvelle d'énergie. »