

L'objet le plus éloigné dans notre Univers : Q0046-293

par J. Surdej*

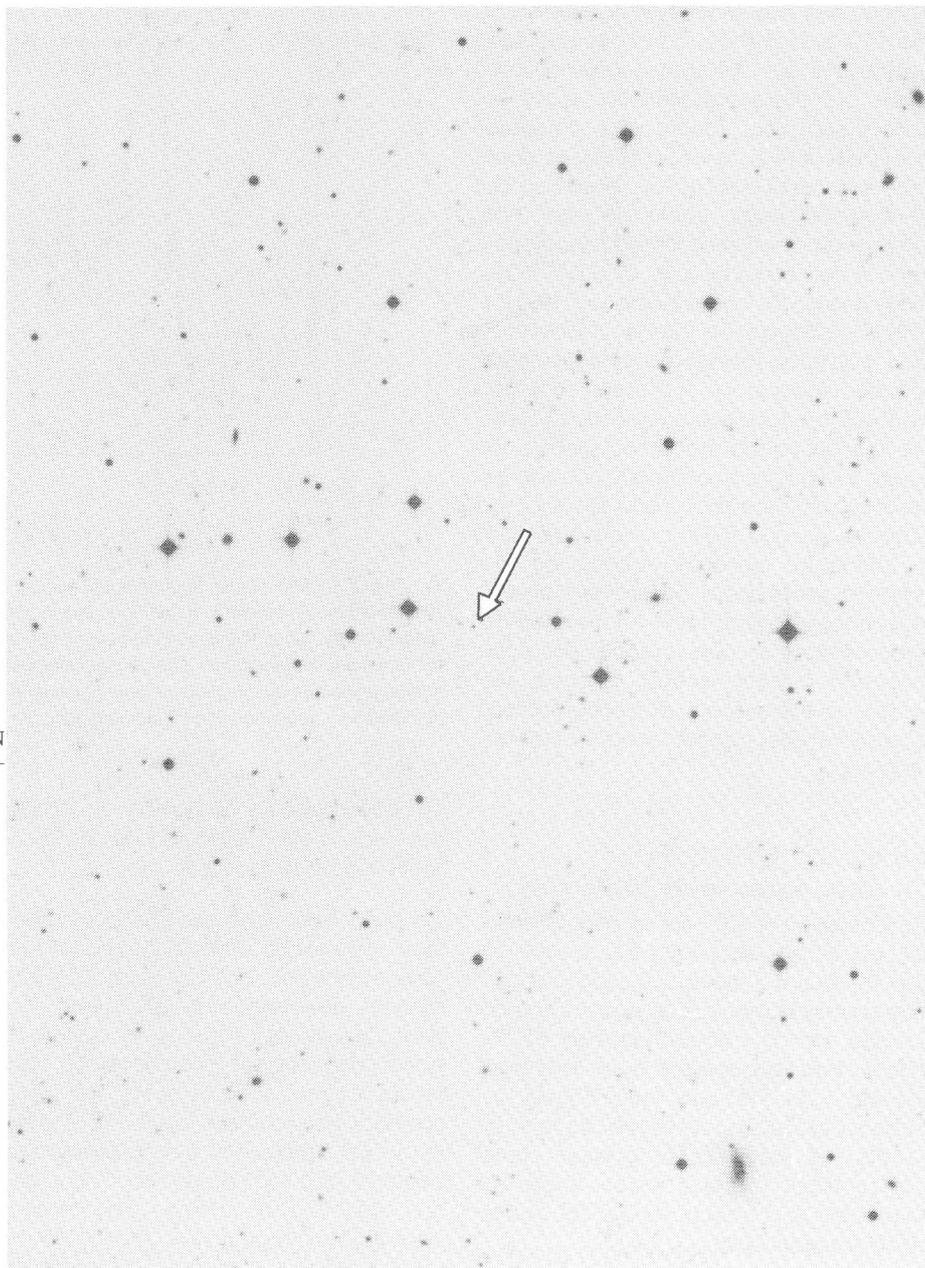
Introduction :

Le quasar PKS2000-330 (radiosource détectée au moyen du radiotélescope de Parkes en Australie) de redshift (décalage vers le rouge) $z = 3,78$ était, il y a encore quelques mois, l'objet connu le plus distant dans notre Univers (voir l'article « Quasars et lentilles gravitationnelles » dans *Ciel et Terre*, Vol. 100, p. 153). Au mois de février 1986, C. Hazard, R.G. McMahon et W.L.W. Sargent ont annoncé la découverte d'un quasar encore plus éloigné : Q1208 + 101 avec un redshift $z = 3,803$. Nouveau record au mois d'août dernier, S. Warren et P. Hewett ont détecté un objet dont le redshift est supérieur à 4 : le quasar Q0046-293 présente un décalage vers le rouge égal à 4,01 !

L'intérêt de découvrir des quasars avec $z \gtrsim 3,5$ dépasse bien sûr celui de vouloir établir un nouveau record. Ces quasars très distants apportent non seulement la possibilité d'étudier la nature physique d'astres tels qu'ils existaient il y a plus de 15 milliards d'années mais aussi celle de mieux comprendre les tout premiers stades de la formation de notre Univers ainsi que celle d'explorer les vastes espaces de matière situés entre ces objets et notre Galaxie.

Gare aux apparences trompeuses !

Au cours des vingt dernières années, un grand nombre d'astrophysiciens se sont efforcés de découvrir des quasars ayant un redshift (ou décalage vers le rouge) supérieur à $z = 3,5$. Pour ce faire, ils ont utilisé des instruments à grand champ (télescopes de Schmidt, etc.) combinés à un élément peu dispersif en vue de détecter sur des clichés photographiques sensibles à la lumière rouge (cf. plaques Kodak IIIaf) la raie d'émission Lyman α d'objets à grand redshift. Malheureusement, les résultats obtenus ont été très peu encourageants. Des chercheurs ont très vite



▲ Fig. 1 : Ce cliché représente une toute petite région du ciel étoilé où l'objet le plus éloigné dans notre Univers a pu être identifié : le quasar Q0046-293 dont la magnitude visuelle apparente est proche de 20. La lumière qui nous parvient de cet objet doit avoir été émise il y a environ 17 milliards d'années. Le quasar Q0046-293 apparaît donc sur ce cliché tel qu'il était il y a approximativement 17 milliards d'années.

[Cliché reproduit avec l'aimable autorisation du « United Kingdom Schmidt Telescope Unit »].

émis l'hypothèse que la limite $z \cong 3,5$ alors atteinte était due à l'absence réelle de tels objets dans notre Univers. Dans ce cas, il se pourrait que les époques cosmologiques correspondant à

$z \cong 3,5$ marquent à peu près le début de la formation des quasars. Il se pourrait aussi que la nature physique de l'espace soit telle qu'une vraie barrière (absorption ?) nous empêche de voir des qua-

* Institut d'Astrophysique (Université de Liège), Chercheur qualifié au FNRS.

sars plus éloignés. Nous avons aussi mentionné dans notre article sur les « Quasars et lentilles gravitationnelles » qu'on ne pouvait pas non plus exclure de façon définitive le manque de sensibilité des techniques d'observation actuellement employées pour la détection de quasars à très grand redshift.

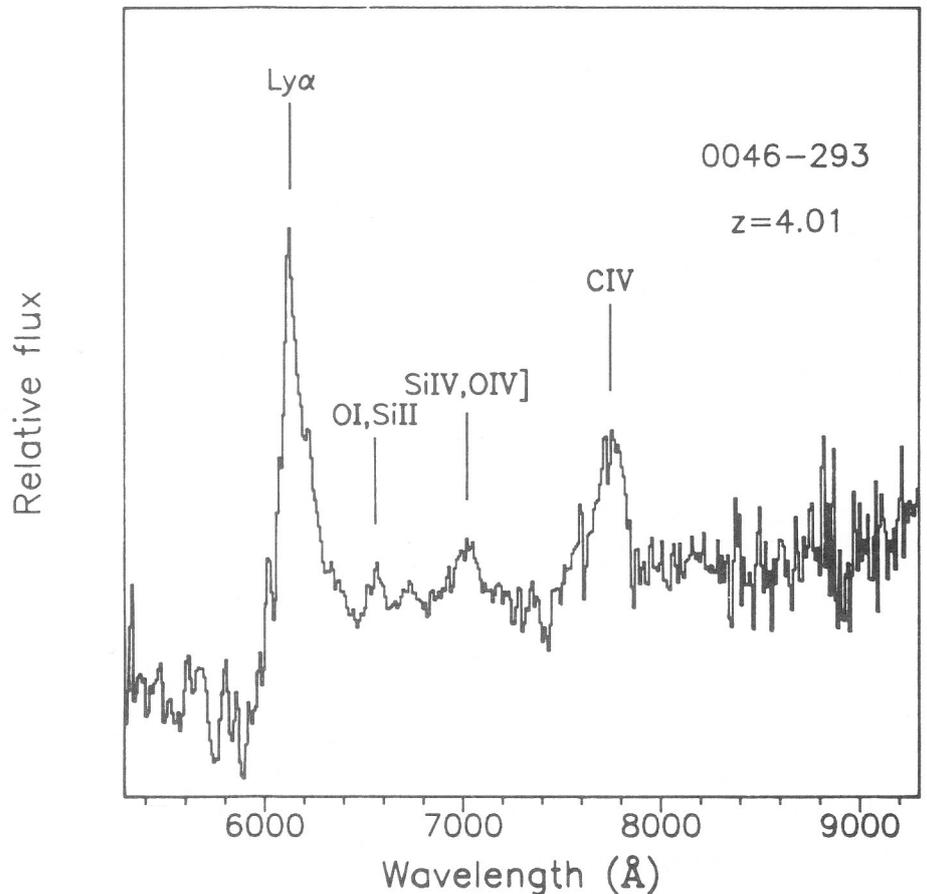
Les découvertes récentes des quasars Q1208 + 101 ($z = 3,803$) et Q0046-293 ($z = 4,01$) (voir Figure 1) semblent indiquer que la non détection de quasars à redshift $z \gtrsim 3,5$ était surtout due aux limitations des techniques observationnelles précédemment utilisées. C'est en recherchant des objets aux couleurs très différentes de celles d'étoiles connues que C. Hazard, S. Warren, P. Hewett et leurs collaborateurs ont détecté de nombreux candidats « quasar » à redshift élevé ($z \gtrsim 3,5$). Malheureusement, la confirmation de tels objets nécessite un temps d'observation considérable au moyen des plus grands télescopes existants. Il est aujourd'hui tout à fait légitime de penser que le petit nombre de quasars à grand redshift actuellement connus ne reflète pas le contenu réel (1) de notre Univers mais qu'il est au contraire dû à la difficulté observationnelle de les trouver, au manque de moyens observationnels disponibles et au manque de générosité de certains comités des programmes à bien vouloir octroyer du temps de télescope à des programmes d'observation réputés non « conformistes ».

Le quasar Q0046-293 : un objet incroyable mais vrai !

Le redshift $z = 4,01$ du quasar Q0046-293 est tel que la raie Lyman α émise à une longueur d'onde $\lambda_{th} 0,1216 \mu m$ par des atomes d'hydrogène nous apparaît décalée vers le rouge d'environ 401 % et est donc observable à la longueur d'onde $\lambda_{obs} 0,6091 \mu m$ (voir Figure 2). Suite à l'expansion de notre Univers, la lumière émise par le quasar dans l'ultraviolet lointain nous apparaît donc dans le domaine visible des ondes électromagnétiques.

En termes d'effet Doppler, le très grand décalage vers le rouge observé pour le quasar Q0046-293 implique que celui-ci s'éloigne de nous avec une

(1) Un des résultats remarquables obtenus par C. Hazard et ses collaborateurs indique en effet que la densité des quasars brillants possédant un redshift $z \gtrsim 3,5$ est beaucoup plus élevée que la densité des quasars brillants ayant un redshift $z \leq 3,5$!



▲ Fig. 2 : Cette figure illustre le spectre de l'objet le plus distant dans notre Univers : le quasar Q0046-293. Ce spectre a été obtenu par S. Warren et P. Hewett au moyen du télescope Anglo-Australien de 3,9 m. On peut voir dans ce spectre que suite au grand mouvement de récession du quasar ($z = 4,01$) les longueurs d'onde des raies dues à Ly α ($\lambda = 0,1216 \mu m$), CIV ($\lambda = 0,1550 \mu m$), etc. sont systématiquement décalées vers le rouge d'une même quantité relative égale à 401 %. [Ce cliché est reproduit avec l'aimable autorisation de S. Warren].

vitesse apparente de l'ordre de 279000 km/sec., c'est-à-dire près de 93 % de la vitesse de la lumière.

De plus, si on suppose que les quasars sont réellement à leur distance cosmologique, Q0046-293 est l'objet le plus éloigné de nous dans l'Univers. On peut facilement estimer que si l'âge de notre Univers est d'environ 20 milliards d'années, la lumière qui nous parvient du quasar Q0046-293 doit avoir été émise il y a approximativement 17 milliards d'années. Ceci signifie aussi que nous apercevons aujourd'hui le quasar Q0046-293 tel qu'il était il y a environ 17 milliards d'années. Dans le contexte cosmologique des redshifts, les quasars très distants nous offrent donc un moyen unique de voir comment l'Univers était il y a 17 milliards d'années ! Etant donné qu'il est généralement admis que les quasars sont des noyaux actifs de galaxies, ceux-ci nous offrent l'étonnante possibilité de remonter l'histoire vécue des galaxies... aussi d'assister aux tout premiers stades de leur formation.

Par ailleurs, l'étude spectroscopique à très haute résolution de quasars tels que Q0046-293 permettra de dévoiler la nature physique de la matière située le long d'une ligne de visée de l'ordre de 17 milliards d'années lumière ($\approx 1,6 \cdot 10^{23}$ km !) entre l'objet le plus éloigné dans l'Univers et notre Galaxie. Vu l'éclat apparent relativement faible de Q0046-293 ($m_v \approx 20,0$ mag.), seul un très grand télescope tel que celui prévu par le projet européen VLT (Very Large Telescope) de l'ESO (European Southern Observatory, cf. les « Proceedings of the 2nd ESO VLT workshop, Venice, September 29-October 2, 1986, eds. S. D'Odorico, J.P. Swings et K. Kjær) rendra possible de telles études. Il nous reste donc à nous mobiliser tous pour que ce projet soit réalisé dans un avenir proche !

Remerciements :

Je remercie S. Warren pour m'avoir fait parvenir les clichés reproduits dans cet article. Je remercie aussi J.P. Swings et M. Macours-Houssonlogé pour une lecture critique et la frappe du texte.