

LES POTINS DE LA VOIE LACTEE

L'Univers primitif observé par le télescope spatial Hubble

Un des grands problèmes non résolus de l'astrophysique contemporaine est le mode de formation et d'évolution des galaxies ; pour le résoudre, il faut pouvoir observer des galaxies très éloignées, qui sont donc très jeunes, et comparer leurs propriétés à celles des galaxies actuelles, que nous observons dans notre voisinage.

C'est pourquoi, en 1995, le directeur du "Space Science Institute" a décidé d'attribuer le temps d'observation sur le télescope Hubble dont il dispose es qualité, à l'observation d'un champ très profond (en anglais "Hubble deep field" soit HDF) de $2,7' \times 2,7'$, choisi au hasard mais en évitant les régions obscurcies par la poussière galactique ou contaminées par des étoiles ou des galaxies brillantes. Un total de 10 jours d'observation, effectuées dans 4 bandes spectrales centrées à respectivement 300, 450, 606 et 814 nm, a permis d'atteindre la magnitude limite de 30 dans le visible (l'équivalent d'un photon par semaine dans votre oeil). Des observations complémentaires ont été très rapidement effectuées par des télescopes au sol, et toutes les données ont été mises en commun et exploitées.

Le champ ne comportait que 10 étoiles de notre Galaxie, ce qui permet d'assurer que la masse manquante dans les galaxies (il y en aurait au moins 10 fois plus que celle que l'on voit) n'est pas sous la forme d'étoiles de très faibles masses ; par contre, on a ainsi découvert près de 300 galaxies, de dimension apparente, d'éclat, de couleurs et de morphologie très variées. Les observations spectroscopiques effectuées au sol avec le plus grand télescope actuellement disponible (le Keck, de 10 mètres d'ouverture) ont fourni, en 30 nuits d'observation le décalage spectral des 80 galaxies les plus brillantes ; celui des autres a été évalué à partir des couleurs, grâce à la propriété suivante : l'émission de lumière d'une galaxie est très réduite aux longueurs d'ondes plus courtes que 91,2 nm, qui correspond à la limite de l'absorption continue par l'hydrogène atomique froid (continu de Lyman) ; le spectre continu présente donc une discontinuité à 91,2 nm ; du fait du décalage spectral, cette discontinuité qui se produit donc à l'émission en UV s'observe dans le visible ; elle apparaît dans la bande spectrale à 300 nm, si le décalage spectral est modéré, dans la bande spectrale à 450 nm ou même dans celle à 606 nm, pour des décalages spectraux plus élevés.

Les résultats les plus marquants sont les suivants.

- Les galaxies les moins brillantes présentent des formes très irrégulières et perturbées, qui témoignent de la présence d'étoiles chaudes entourées du gaz qu'elles excitent : nous voyons ces galaxies à un moment où elles formaient un grand nombre d'étoiles.

- Les galaxies dont le décalage spectral relatif $z = \Delta\lambda/\lambda$ est égal à 3 formaient beaucoup plus d'étoiles bleues et massives, qui ont synthétisé 3 fois plus d'éléments lourds, tels l'oxygène, le magnésium ou le silicium, que les galaxies n'en forment actuellement ; par contre, à $z = 4$, ce taux de formation était comparable à ce qu'il est aujourd'hui. Ce résultat est confirmé de façon entièrement indépendante par l'étude de l'intensité des raies de ces éléments observées avec différents décalages spectraux dans les spectres d'absorption des quasars.

- Les galaxies très peu brillantes ont de plus petites dimensions angulaires : elles étaient plus compactes que notre Voie lactée. Que sont-elles devenues ? Se sont-elles agglomérées pour former les galaxies géantes actuelles ? sont-elles devenues si peu lumineuses qu'on ne les détecte pas ?

- On interprète généralement les galaxies elliptiques comme ayant formé leurs étoiles pendant une période brève de l'ordre de 10^8 ou 10^9 ans ; celles observées dans le HDF de décalage spectral $z > 2$ ont une luminosité 10 fois trop faible pour satisfaire à ce scénario. Cela est-il dû au fait que la poussière masque la luminosité des galaxies ? le scénario de formation des elliptiques doit-il être revu ? Certains pensent qu'elles se sont formées plus tard, par accrétion de plus petites galaxies.

Lucette Bottinelli et Lucienne Gouquenheim