

quelque 250 galaxies supplémentaires présentant des décalages vers le rouge compris entre 6 et 8, et une poignée d'autres dont le décalage pourrait aller jusqu'à 11.

Un nouveau projet nommé *Frontier Fields* pour *Hubble* va permettre aux astronomes de chercher des galaxies lointaines et peu lumineuses, situées derrière six amas particulièrement massifs. « Dans les trois années à venir », dit Jennifer Lotz, membre du projet, « nous allons regarder chaque amas pendant 140 orbites de *Hubble* environ (chaque orbite correspond à 45 minutes de temps d'observation), ce qui nous permettra de sonder l'Univers plus profondément que nous ne l'avons jamais fait. »

Un autre phénomène pourrait aider les astrophysiciens à sonder les débuts de l'Univers. Quand ils ont été découverts dans les années 1960, les sursauts gamma (de courtes salves de rayonnement à hautes fréquences qui apparaissent dans des directions aléatoires) étaient un mystère total. Aujourd'hui, les astronomes pensent que beaucoup d'entre eux apparaissent quand des étoiles massives meurent : elles s'effondrent en formant un trou noir et émettent des jets de rayonnement gamma. Quand ces jets heurtent les nuages de gaz environnants, ils déclenchent une émission secondaire de lumière visible et infrarouge si intense qu'elle peut être détectée par les télescopes classiques.

Nouvel espoir

Toutefois, la détection des sursauts n'est pas chose aisée. Elle commence avec l'Observatoire orbital *Swift* qui surveille le ciel, lance immédiatement une alerte en cas de détection d'un sursaut gamma et transmet les coordonnées du sursaut aux télescopes au sol qui effectuent les mesures de décalage vers le rouge. Le temps de réaction est crucial.

L'intensité des sursauts gamma surpasse celle de tous les autres objets cosmiques. Edo Berger, un astrophysicien de Harvard spécialiste des sursauts souligne « qu'ils sont probablement plus brillants que les galaxies d'un facteur un million, et qu'ils sont 10 à 100 fois plus brillants que les quasars juste après leur apparition ». Il n'y a pas besoin d'un long temps d'exposition pour les voir avec *Hubble*. En 2009, un télescope à Hawaï a mesuré pour un sursaut un décalage vers le rouge de 8,2, ce qui le place à 600 millions d'années après le Big Bang.

La cartographie des nuages d'hydrogène

Les radioastronomes ne sont pas en reste dans l'étude de l'âge sombre. Ils ont prévu de cartographier les nuages d'hydrogène neutre. Ceux-ci émettent des ondes radio qu'il sera possible de détecter avec des réseaux d'antennes tel le LOFAR (LOW Frequency ARray), qui comporte 50 000 antennes réparties sur cinq pays d'Europe.

Les astronomes devraient voir les nuages d'hydrogène neutre disparaître progressivement lors de la réionisation au cours du premier milliard d'années de l'histoire de l'Univers.

BIBLIOGRAPHIE

A. Loeb, L'Univers à l'âge des ténèbres, *Dossier Pour la Science*, n° 71, avril-juin 2011.

R. Barkana, The first stars in the universe and cosmic reionization, *Science*, vol. 313, pp. 931-934, 2006.

V. Bromm et R. B. Larson, The first stars, *Annu. Rev. Astron. Astrophys.*, vol. 42, pp. 79-118, 2004.

J. Miralda-Escudé, The dark age of the Universe, *Science*, vol. 300, pp. 1904-1909, 2003.

L'éclair était si brillant qu'il aurait pu être vu à un décalage vers le rouge de 15 ou même 20, ce qui le placerait moins de 200 millions d'années après le Big Bang, non loin de l'époque où les toutes premières étoiles brillaient. En outre, ces étoiles massives peuvent probablement produire des sursauts gamma encore plus brillants quand elles meurent.

Les sursauts gamma ont un avantage. Les quasars n'apparaissent que dans les galaxies dotées d'un trou noir supermassif et seules les galaxies les plus brillantes sont visibles pour *Hubble*. Les sursauts, eux, sont tout aussi puissants dans les petites galaxies que dans les grandes.

Des sursauts difficiles à détecter

Mais ils présentent un inconvénient : 99 pour cent des jets qui produisent les sursauts gamma ne sont pas dirigés vers la Terre, ce qui nous empêche de les voir. Et parmi ceux qui restent et que détectent les satellites (un par jour environ), seule une minuscule fraction présente un décalage vers le rouge élevé. Pour recueillir un échantillon représentatif de sursauts à décalage vers le rouge extrêmement élevé, il faudrait une décennie, voire davantage. Il faudrait alors penser à un satellite qui remplacerait *Swift* et transmettrait les coordonnées des sursauts au télescope *James Webb* ou aux instruments au sol de la classe des 30 mètres qui devraient entrer en service dans la prochaine décennie.

Dans tous les cas, dès que le télescope *James Webb* et la prochaine génération de télescopes géants au sol commenceront à observer le ciel, les astronomes seront en mesure de cataloguer des objets beaucoup plus vieux et moins lumineux qu'aujourd'hui.

Quand les astrophysiciens ont détecté pour la première fois le rayonnement du fond diffus cosmologique en 1965, cela leur a donné une nouvelle méthode pour comprendre l'histoire de l'Univers de sa naissance jusqu'à aujourd'hui. Mais certaines périodes se sont révélées plus difficiles à étudier que d'autres. L'âge sombre en fait partie, mais les différents programmes d'observation des quasars, des sursauts gamma et des galaxies suggèrent que, d'ici quelques années, on comprendra mieux ce qui s'est passé à cette époque. ■