

distances à la Terre. Le premier jeu d'images révélait un supervide approximativement sphérique et plus poussé près du centre. Ce vide géant se cache très près de nous, à environ trois milliards d'années-lumière, ce qui explique pourquoi il a été si difficile à mettre en évidence lors de nos premiers essais de détection.

Après plusieurs mois d'analyse, nous étions convaincus d'avoir des preuves solides de l'existence du supervide. En d'autres termes, nous étions certains de l'existence d'une région de basse densité dans la direction du point froid. Ce supervide est même énorme ; avec 1,8 milliard d'années-lumière de diamètre, c'est peut-être la plus grande structure jamais identifiée. L'objet est probablement très rare : les théories cosmologiques suggèrent qu'il n'y en aurait tout au plus que quelques autres dans tout l'Univers observable.

Nous avons enfin trouvé notre supervide aligné avec la plus grande anomalie du fond diffus cosmologique, le point froid. L'énigme était-elle donc résolue ? Pas tout à fait. Le supervide et le point froid pouvaient être alignés par hasard, sans lien de cause à effet, même si, d'après nos calculs, une telle coïncidence était 20 000 fois moins probable que la possibilité que le supervide ait créé le point froid.

Un supervide pas encore assez grand ?

Cependant, nous avons un problème plus sérieux. Bien que le supervide soit au bon endroit pour expliquer le point froid, il n'a pas exactement la bonne taille. Pour rendre compte de la température du point froid, bien plus basse que la température moyenne du fond diffus, le supervide devrait être encore plus grand qu'il ne semble l'être, peut-être d'un facteur deux à quatre. Ce désaccord entre la théorie et les observations est si important que certains chercheurs pensent que le chevauchement du supervide avec la région du point froid est un pur hasard. Et que d'autres explications sont donc à chercher, comme la possibilité que les galaxies émettent moins de rayonnement dans l'espace que nous ne le supposons, ce qui crée des biais dans

Le supervide nous permettrait de tester des théories alternatives à la relativité générale

■ BIBLIOGRAPHIE

I. Szapudi et al., *Detection of a supervoid aligned with the cold spot of the cosmic microwave background*, *MNRAS*, vol. 450, n° 1, pp. 288-294, 2015.

C. Deffayet, *Énergie sombre ou gravité modifiée ?*, *Pour la Science*, n° 443, septembre 2014.

G. Starkman et D. Schwartz, *L'Univers est-il désaccordé ?*, *Pour la Science*, n° 335, septembre 2005.

la carte du fond diffus cosmologique – un phénomène qui pourrait, dans une certaine mesure, imiter l'effet Sachs-Wolfe intégré. Par ailleurs, même si nos observations prouvent l'existence du supervide, nous ne pouvons pas connaître sa taille, sa forme et sa position avec assez de précision pour calculer en détail les effets qu'il devrait avoir sur le fond diffus. En particulier, le supervide pourrait être allongé dans notre direction, ou composé de plusieurs vides sphériques juxtaposés et alignés dans la direction du point froid (comme un bonhomme de neige) – autant de configurations qui influent sur l'effet Sachs-Wolfe intégré. Ainsi, nous ne savons pas encore dans quelle mesure la taille du supervide met en difficulté notre théorie.

Nous avons déjà prévu de recommencer notre étude avec les nouvelles données de PS1, plus complètes que celles que nous avons utilisées précédemment, et en utilisant des observations que les astronomes ont encore affinées. Nous pourrions alors quantifier l'écart entre les mesures et la théorie afin de déterminer si l'hypothèse de l'effet Sachs-Wolfe intégré et du supervide est à écarter définitivement. Une étude menée par Seshadri Nadathur et Robert Crittenden, de l'université de Portsmouth, en Angleterre, suggère, grâce à des données récentes du *Sloan Digital Sky Survey*, que notre supervide ne peut pas expliquer le point froid.

Si le désaccord devait persister, il pourrait être révélateur d'un phénomène d'une autre nature. Par exemple, il existe des théories alternatives à la relativité générale d'Einstein dont certaines se manifestent par une signature unique qui n'apparaîtrait que dans les vides. Si l'une de ces théories est celle qui décrit correctement la force gravitationnelle, le mécanisme Sachs-Wolfe intégré pourrait opérer différemment. Notre supervide nous offrirait un indice allant dans le sens de ces théories. Nous aurions là une piste passionnante pour comprendre l'Univers à un niveau plus profond qu'il n'est possible aujourd'hui.

Dans tous les cas, la découverte des supervides est cruciale. Et les prochaines années devraient nous en apprendre encore davantage sur eux – et donc sur la nature de l'Univers. ■