

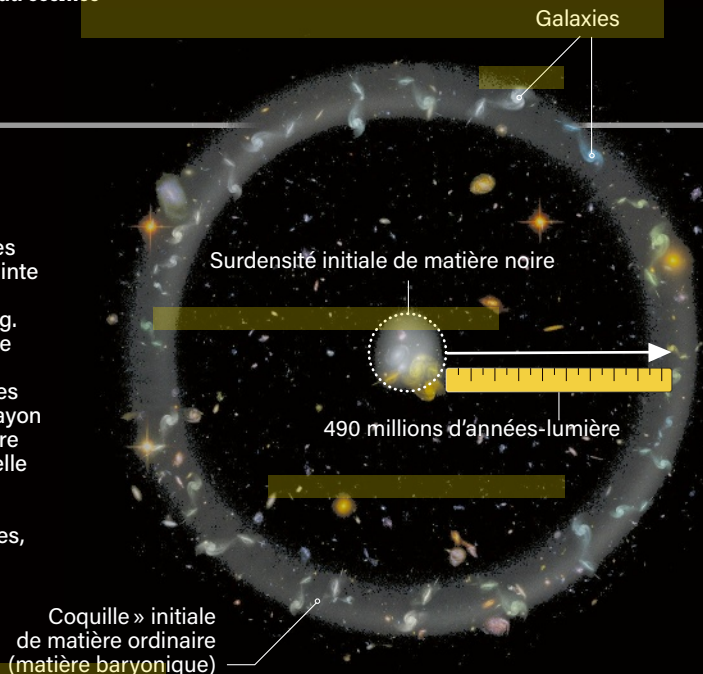
QUELLE EST LA VITESSE D'EXPANSION DE L'UNIVERS?

L'énergie sombre est la force qui conduit l'Univers à grandir de plus en plus vite. Pour identifier la nature de cette composante du cosmos, les astronomes ont utilisé les données du programme de relevé du ciel SDSS collectées depuis vingt ans. Ils ont ainsi dressé plusieurs cartes du cosmos

pour voir comment la vitesse d'expansion a évolué au cours du temps. La carte la plus récente a été réalisée grâce aux mesures d'eBOSS (*extended Baryon Oscillation Spectroscopic Survey*), projet du SDSS, qui a opéré de 2014 à 2019.

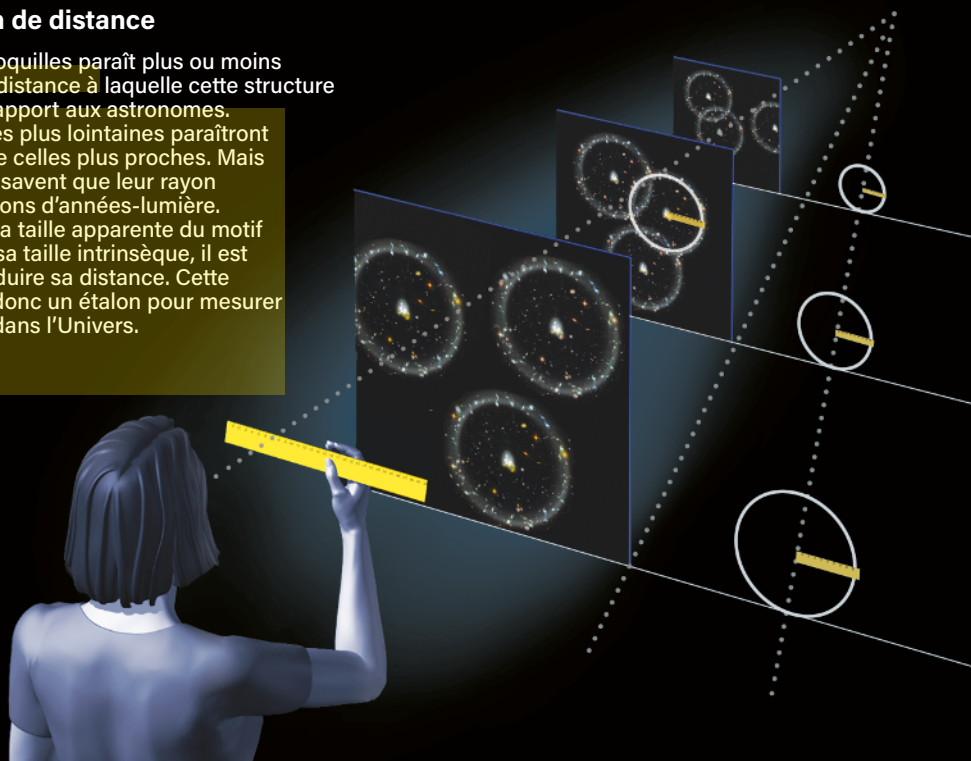
A Une référence de distance

Le programme eBOSS s'est concentré sur un aspect de la distribution des galaxies dans l'Univers nommé « oscillations acoustiques baryoniques », ou BAO en abrégé. Cette empreinte est née dans de petites fluctuations d'énergie à travers l'espace-temps juste après le Big Bang. À cause de la façon dont la lumière et la matière ont interagi dans l'Univers primordial, ces fluctuations ont mené à la formation de coquilles sphériques de matière et de lumière, avec un rayon de 490 millions autour de surdensités de matière noire. Au cours du temps, la force gravitationnelle a attiré de la matière ordinaire (du gaz) dans les surdensités de matière noire et dans les coquilles. Le gaz a donné naissance aux galaxies, nombreuses dans ces régions. Il en résulte un motif régulier de noyaux et de coquilles que l'on distingue encore aujourd'hui dans la distribution des galaxies.



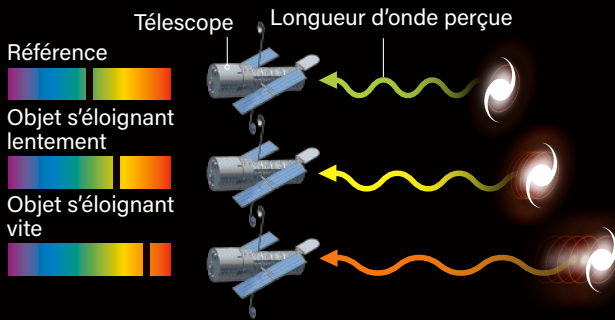
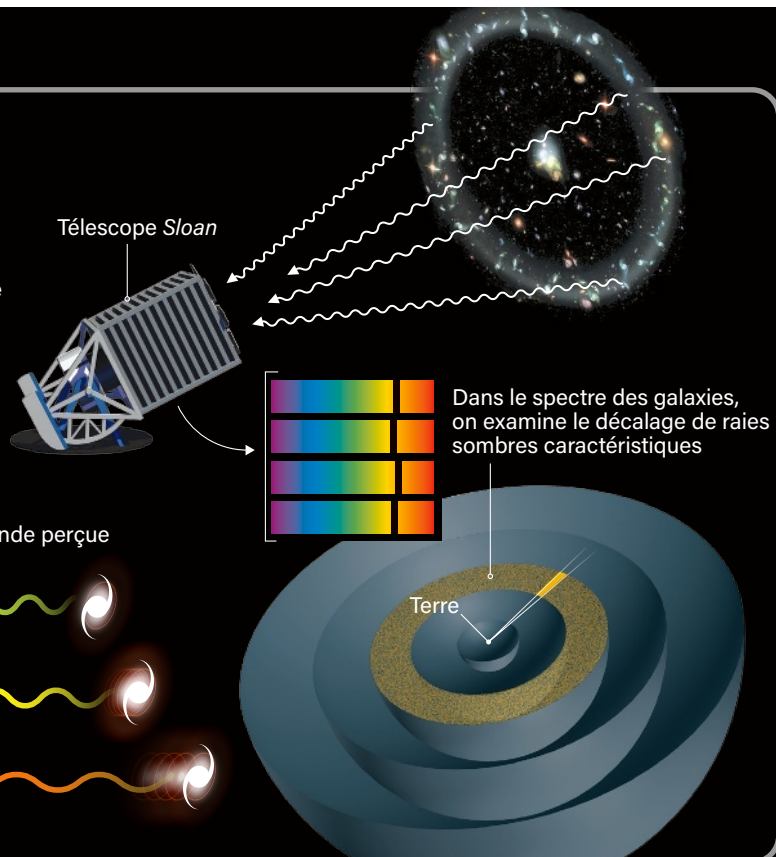
B Un étalon de distance

Le rayon des coquilles paraît plus ou moins grand selon la distance à laquelle cette structure se trouve par rapport aux astronomes. Les coquilles les plus lointaines paraîtront plus petites que celles plus proches. Mais les chercheurs savent que leur rayon est de 490 millions d'années-lumière. En comparant la taille apparente du motif des BAO avec sa taille intrinsèque, il est possible de déduire sa distance. Cette empreinte est donc un étalon pour mesurer des distances dans l'Univers.



C Mesure des vitesses

L'étape suivante consiste à déterminer la vitesse à laquelle les galaxies du motif des BAO s'éloignent de nous. Comme l'Univers est en expansion, tout élément de l'Univers semble s'écarter de nous. Ce mouvement conduit les objets à paraître d'autant plus rouges qu'ils s'éloignent vite – un phénomène analogue à l'effet Doppler. Les astronomes mesurent ainsi le « décalage vers le rouge » du spectre pour en déduire la vitesse de fuite.



D Comparaison des vitesses et distances

Les données finales de eBOSS reposent sur l'analyse du décalage vers le rouge d'environ deux millions de galaxies et de leurs distances. Comme la lumière prend du temps pour arriver sur Terre, plus un objet est loin, plus nous le voyons tel qu'il était à une époque reculée. Avec ces données, les chercheurs déterminent à quelle vitesse l'Univers était en expansion à différentes époques cosmiques. Les résultats sont compatibles avec l'idée d'une influence régulière de l'énergie sombre, forme d'énergie qui se traduit par une constante cosmologique non nulle dans les équations d'Einstein de la relativité générale.

