



© NRAO

Selon l'ordre de grandeur des distances mesurées, chaque type de chandelle cosmique est plus ou moins bien adapté. On ne peut bien observer les céphéides que si les galaxies qui les abritent sont proches de la Voie lactée. Elles ne conviennent donc pas pour la mesure de grandes distances. La relation de Tully-Fisher est applicable à de nombreuses galaxies spirales, mais elle fournit des estimations de distance dont l'incertitude peut dépasser 20 %. Quant aux supernovæ de type Ia, elles donnent des mesures deux fois plus précises et sont visibles sur des distances cosmiques très grandes, mais elles sont rares : une par siècle environ dans une galaxie moyenne.

À partir d'un échantillon assez grand de galaxies dont on connaît les vitesses propres, les astronomes sont en mesure d'établir une carte des écoulements galactiques aux plus grandes échelles. À ces échelles immenses, le mouvement des galaxies est comparable à l'écoulement d'un réseau de rivières qui serpentent à travers une sorte de « bassin horographique cosmique » où les lignes de partage des eaux ne seraient plus définies par le relief du paysage, mais par les attractions gravitationnelles des

LE TÉLESCOPE DE GREEN BANK, en Virginie-Occidentale, aux États-Unis, est le plus grand radiotélescope orientable du monde. Sa surface collectrice mesure 100 mètres par 110 mètres. L'équipe d'Hélène Courtois et Brent Tully a utilisé certaines observations de ce télescope pour établir le catalogue *Cosmicflows*. Les données spectroscopiques collectées ont été utilisées pour mesurer la vitesse de rotation de galaxies spirales. Cette vitesse, reliée à la luminosité intrinsèque des galaxies par la loi de Tully-Fisher, permet de calculer la distance de la galaxie considérée.

grandes structures voisines. Dans ces cartes cosmographiques, les galaxies s'écoulent le long de courants, tourbillonnent dans des zones de remous ou s'amassent dans des bassins, révélant indirectement la structure, la dynamique, les origines et l'avenir des plus grandes accumulations de matière de l'Univers (voir l'encadré pages 64-65).

La découverte de Laniakea

Pour répondre à nos questions sur la matière noire et l'énergie sombre, il fallait établir des cartes à des échelles aussi grandes que possible et compiler les meilleures données disponibles provenant d'un grand nombre de programmes d'observation. En 2008, Brent Tully, Hélène Courtois et leurs collègues ont publié le catalogue *Cosmicflows*, qui compilait divers ensembles de données pour détailler la dynamique de 1 800 galaxies à moins de 130 millions d'années-lumière de la Voie lactée. L'équipe a prolongé ses efforts en 2013 avec le catalogue *Cosmicflows-2*, qui compile les mouvements d'environ 8 000 galaxies dans un volume d'environ 650 millions d'années-lumière de diamètre.