

années 1970, on ne calcule pas seulement l'évolution des galaxies individuelles. On modélise des volumes énormes d'univers. Quand nous explorons ces simulations aux plus grandes échelles, nous constatons que les galaxies ne sont pas distribuées de façon aléatoire. Au contraire, elles ont tendance à se concentrer dans un réseau de filaments qu'on nomme la toile cosmique. Nous voyons clairement la structure prévue quand nous scrutons le ciel avec les relevés astronomiques à grande échelle.

La toile cosmique est constituée de matière noire et de magnifiques ensembles de millions de galaxies, s'étalant sur des centaines de millions d'années-lumière. Des filaments en forme de cigares relient ces ensembles. Entre les filaments, on observe d'immenses vides dépourvus de galaxies. Les grandes, telles que la Voie lactée, ont tendance à se situer aux nœuds de la toile où se rejoignent plusieurs filaments (*voir l'encadré page ci-contre*).

Quand j'étais doctorant à l'Université de Durham en Angleterre, j'élaborais des simulations informatiques de ces régions denses. Je travaillais en particulier sur un modèle qui retraçait la formation de la Voie lactée et de son voisinage au fil des 13 milliards d'années de son histoire cosmique. Lorsque j'ai apporté un tracé des résultats à mon directeur de thèse, Carlos Frenk, il a examiné les figures pendant un moment, a secoué les papiers, et s'est exclamé : « Laisse tomber tout le reste ! Les galaxies satellites que tu étudies sont toutes situées sur le plan impossible de Kroupa ! »

Notre modèle ne reproduisait pas les prédictions antérieures des simulations informatiques, qui se résumaient à un halo uniformément peuplé de galaxies satellites autour de la Voie lactée. L'ordinateur prédisait plutôt la formation d'un plan de satellites qui ressemblait beaucoup à celui observé par les astronomes. Nous sentions que nos simulations commençaient à percer le mystère du mécanisme par lequel les galaxies naines ont adopté une configuration plane.

« Pourquoi ne fais-tu pas remonter tes simulations dans le temps pour voir d'où viennent les galaxies naines ? », m'a suggéré C. Frenk. Nous disposions du résultat final ; maintenant, il était temps d'examiner les étapes intermédiaires de la simulation.

En inversant le déroulement de la simulation, nous avons constaté que les galaxies naines ne provenaient pas de

la région entourant directement la Voie lactée. Elles ne se formaient pas dans le voisinage de la galaxie, mais plus loin dans les filaments de la toile cosmique. Ces régions, plus denses que les zones vides environnantes, attirent la poussière et le gaz voisins et les amalgament pour former des galaxies naissantes.

Une fois ces galaxies naines formées, la gravité les attire en direction de la région voisine la plus massive – dans notre cas la Voie lactée. Parce que notre galaxie se trouve en un nœud où se rencontrent plusieurs filaments, les galaxies naines se déplacent le long du filament qui leur a donné naissance et accélèrent dans notre direction. En d'autres termes, les filaments de matière noire servent d'autoroutes cosmiques pour les galaxies naines. Quand nous regardons le ciel et que nous voyons les galaxies dans un même plan et allant dans la même direction, ce que nous observons n'est en fait que la circulation galactique qui arrive en face de nous.

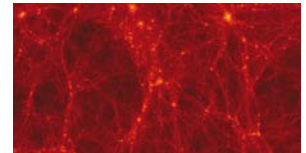
Un nouveau test

Certains scientifiques, comme P. Kroupa, restent sceptiques. Les modèles informatiques semblent reproduire les conditions observées autour de la Voie lactée avec suffisamment de précision, mais la théorie générale devrait aussi être capable de décrire le voisinage d'autres galaxies.

En janvier 2013, les astronomes cartographiant les environs de notre galaxie voisine, celle d'Andromède, ont trouvé un plan de galaxies naines satellites encore plus mince : ce plan a un diamètre d'un million d'années-lumière, pour une épaisseur de seulement 40 000 années-lumière. Cette nappe semble tourner exactement de la façon prévue par le scénario de P. Kroupa. Les simulations informatiques telles que la mienne, cependant, n'ont pas encore été capables de reproduire l'alignement des galaxies que nous voyons autour d'Andromède.

Mais les problèmes de la théorie de P. Kroupa demeurent : elle aussi est en désaccord avec certaines observations. L'histoire a montré que quand on se retrouve dans une telle impasse, les solutions définitives ne viennent qu'avec des données supplémentaires. Comme le faisait un jour remarquer Albert Einstein, « La nature n'a pas jugé devoir nous faciliter la découverte de ses lois. » ■

■ EN VIDÉO



Une simulation de la toile cosmique : www.ScientificAmerican.com/mar2014/cosmic-web

mar2014/cosmic-web

■ BIBLIOGRAPHIE

M. S. Pawlowski *et al.*, Dwarf galaxy planes : the discovery of symmetric structures in the Local Group, *MNRAS*, vol. 435(3), pp. 1928-1957, 2013.

N. I. Libeskind *et al.*, The preferred direction of infalling satellite galaxies in the Local Group, *MNRAS*, vol. 411(3), pp. 1525-1535, 2011.

N. I. Libeskind *et al.*, The distribution of satellite galaxies : the great pancake, *MNRAS*, vol. 363(1), pp. 146-152, 2005.