

terme de « feuille », c'est une structure de faible épaisseur, environ 3 millions d'années-lumière. Elle se trouve dans le plan équatorial de ce qu'on appelle le système de coordonnées supergalactique. Au-dessous de ce plan, après une région vide, se trouvent un filament de galaxies, l'Éperon du Lion, ainsi que l'amas de galaxies de la Machine pneumatique (en latin *Antlia*) et de la Dorade, du nom des constellations où on les trouve, vues de la Terre. Au-dessus du plan, il n'y a pratiquement rien à proximité : c'est la région connue sous le nom de Vide local.

Si l'on ne considère que les galaxies contenues dans la Feuille locale, la situation est sans surprise. Ces galaxies s'éloignent les unes des autres au rythme de l'expansion et ne présentent que de faibles vitesses propres dues aux interactions locales. C'est aussi le cas au-dessous de la Feuille locale pour les galaxies de la Machine pneumatique, de la Dorade et du Lion. Cependant, elles s'approchent toutes ensemble à grande vitesse de la Feuille locale. Le coupable est probablement le Vide local. Avec l'expansion de l'Univers, les vides gonflent comme des ballons et la matière, qui s'écoule des régions moins denses vers les régions plus denses, tend à s'accumuler à leurs frontières. Nous comprenons désormais que la Feuille locale est une paroi du Vide local dont l'expansion est en train de nous pousser vers les nuages de la Dorade, de la Machine pneumatique et du Lion.

Des amas aux superamas

En continuant à prendre du recul, nous rencontrons l'amas de la Vierge, qui contient 300 fois plus de galaxies que le Groupe local, entassées dans un volume de 13 millions d'années-lumière de diamètre. Les galaxies de l'amas de la Vierge y tournoient à des vitesses de l'ordre de 700 kilomètres par seconde, et toutes les galaxies situées à moins de 25 millions d'années-lumière de l'extérieur de l'amas tombent vers lui et l'intégreront d'ici 10 milliards d'années. Notre Voie lactée, située à 50 millions d'années-lumière, est donc juste en dehors de cette zone de capture.

Laniakea
apporte un éclairage
sur la formation des structures
de galaxies, mais aussi
sur la matière noire
et l'énergie sombre

À l'échelle suivante, la grande région autour de l'amas de la Vierge qui contient notre propre voisinage est nommée le Superamas local (aussi nommé superamas de la Vierge). Il y a près de trente ans, un groupe d'astronomes surnommés depuis les « Sept samourais » – Sandra Faber, de l'université de Californie à Santa Cruz, et six collègues – a découvert que la Voie lactée n'était pas la seule à filer en direction de la constellation du Centaure à plusieurs centaines de kilomètres par seconde. En fait, ce mouvement est celui de l'intégralité du Superamas local. Ils ont donné le nom de Grand Attracteur à la masse mystérieuse qui attire toutes ces galaxies. À de nombreux égards, le Grand Attracteur n'est pas si mystérieux : la densité de matière dans cette direction du cosmos doit être à l'évidence élevée puisqu'elle contient sept amas comparables à celui de la Vierge dans une sphère de 100 millions d'années-lumière de diamètre. Trois parmi les plus gros de ces amas sont la Règle, le Centaure et l'Hydre.

Si l'on définit les superamas comme des « bassins versants » cosmiques délimités par des « lignes de partage des eaux » au-delà desquelles les galaxies sont destinées à s'éloigner irrémédiablement, le « Superamas local » est mal nommé. Il ne représente qu'une partie d'un ensemble plus vaste (à savoir Laniakea) qui englobe d'autres grandes structures, telles que le superamas du Paon-Indien (du nom de deux constellations de l'hémisphère Sud) et l'amas d'Ophiuchus. Si Laniakea était une grande cité, la région du Grand Attracteur en serait le centre-ville embouteillé. Comme pour la plupart des noyaux urbains, il est difficile d'en préciser le centre exact, mais on peut le placer approximativement quelque part entre les amas de la Règle et du Centaure.

Une telle position relègue notre Voie lactée aux faubourgs reculés, non loin des frontières d'un autre superamas adjacent, dit de Persée-Poissons. Cette frontière est tellement proche en termes cosmiques que nous pouvons l'étudier en détail pour déterminer que Laniakea a une forme globale, plutôt ronde et s'étend sur près d'un demi-milliard d'années-lumière. Au total, les frontières de Laniakea englobent une masse de matière ordinaire et noire

équivalente à quelque 100 millions de milliards de soleils.

Les astronomes entrevoient depuis plusieurs décennies les contours de ce qui pourrait se trouver au-delà de Laniakea. Peu après la découverte du Grand Attracteur par les Sept samourais, quelque chose d'encore plus grand a émergé du brouillard intergalactique. Derrière le Grand Attracteur, mais trois fois plus loin, se trouve une gigantesque accumulation d'amas – la plus dense que nous connaissions dans l'Univers local. Cette lointaine et énorme superstructure porte le nom de superamas de Shapley, du nom de Harlow Shapley, l'astronome qui a détecté les premiers signes de son existence dans les années 1930. (Soit dit en passant, tout comme la Feuille locale, l'amas de la Vierge et la bande principale du Superamas local, le Grand Attracteur et le superamas de Shapley reposent tous sur l'équateur supergalactique. Imaginez une immense crêpe de superamas galactiques, et vous aurez une bonne représentation de notre voisinage cosmique à très grande échelle.)

■ BIBLIOGRAPHIE

N. Libeskind *et al.*, Planes of satellite galaxies and the cosmic web, *MNRAS*, vol. 452(1), pp. 1052-1059, 2015.

R. B. Tully *et al.*, The Laniakea supercluster of galaxies, *Nature*, vol. 513, pp. 71-73, 2014.

N. Libeskind, Les galaxies naines et la toile cosmique, *Pour la Science*, n° 439, mai 2014.

H. M. Courtois *et al.*, Cosmography of the Local Universe, *Astronomical Journal*, vol. 146(3), article n° 69, 2013.

S. Gregory et L. Thompson, La distribution des galaxies : vides et superamas, *Pour la Science*, n° 55, mai 1982.

Quelle est donc la cause de la vitesse propre – 600 kilomètres par seconde – de notre Superamas local ? Le complexe du Grand Attracteur joue un rôle non négligeable, mais nous devons aussi prendre en compte l'attraction du superamas de Shapley, situé dans la même direction, certes trois fois plus loin, mais qui contient quatre fois plus d'amas densément peuplés.

Cependant, d'après l'inventaire *Cosmicflows-2* (ce même catalogue qui a révélé Laniakea), ce n'est pas tout. Les vitesses propres des 8000 galaxies de ce catalogue indiquent un écoulement cohérent en direction du superamas de Shapley. Cet écoulement englobe tout le volume du catalogue *Cosmicflows-2*, soit 1,4 milliard d'années-lumière de bout en bout. Cela s'arrête-t-il là ? Nous ne le savons pas encore. Seuls des relevés plus larges, cartographiant des portions d'Univers plus vastes encore, pourront révéler la source attractive ultime (et la structure ultime) qui provoque cet épique écoulement des galaxies de notre Univers local. ■

LES {Partagez les savoirs} RENDEZ-VOUS DU MUSÉUM

Entrée gratuite

Au Jardin des Plantes

Détails sur mnhn.fr, rubrique : "Les rendez-vous du Muséum"

POUR LA SCIENCE

COURS PUBLICS

Établissement du cadre chronostratigraphique du Quaternaire et de l'évolution de l'Homme

Jeudi 2 février - 18h : La révolution du radiocarbone

Jeudi 9 février - 18h : Le cadre chronostratigraphique en 2017

Avec J. Bahain, géochronologue, professeur du Muséum.

Grand Amphithéâtre du Muséum — 57 rue Cuvier, Paris 5°

Cycle en lien avec l'Année internationale du Tourisme durable pour le développement

Lundi 20 février - 18h : Qu'est-ce qu'un tourisme responsable ? Les paroxysmes

Animée par J. Siblet, directeur du Service du Patrimoine naturel, Muséum. Avec L. Guérin,

Président de Hop ! Biodiversité, Air France, A. Horellou, Responsable Autorité scientifique

CITES France, Service du Patrimoine naturel, Muséum, G. Macava, ambassadeur du Costa Rica en France.

FILMS

Cycle Pousse-Pousse (pour les enfants à partir de 2 ans)

Samedi 25 février -16h : Les contes de la mer (45', 2015)

Un programme de trois films d'animation pour découvrir différemment le monde de la mer, en famille !

UNE EXPO / DES DÉBATS

Lundi 27 février -18h : Comment l'hibernation chez les ours inspire la recherche médicale

Avec E. Lefai, biologiste INRA, Laboratoire biomédicale, Université de Lyon.

Y. Le Maho, écophysiologiste, Université de Strasbourg, J. Terrien, spécialiste des mécanismes adaptatifs et évolution, Muséum.

Auditorium de la Grande Galerie de l'Évolution — 36 rue Geoffroy St-Hilaire, Paris 5°

