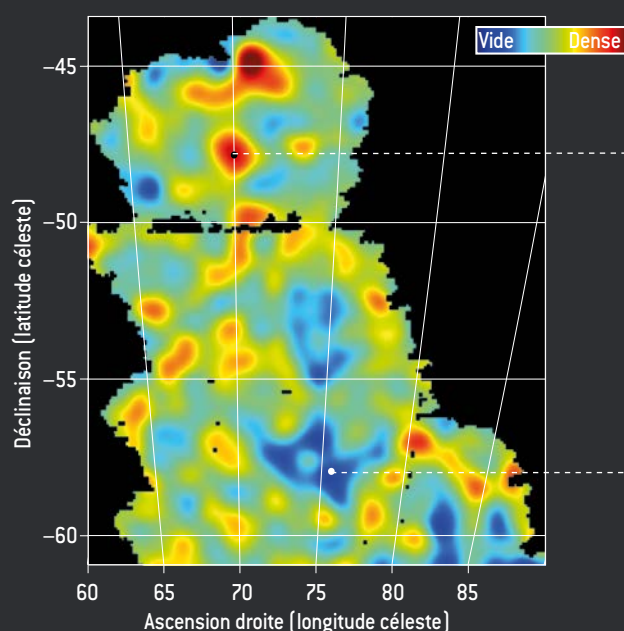


CARTOGRAPHIE DE LA MATIÈRE COSMIQUE

La carte ci-dessous montre la répartition à grande échelle de la matière sur environ 139 degrés carrés du ciel, une zone correspondant à 650 fois la taille angulaire de la pleine lune. Les régions en rouge sont des zones où la densité de matière est supérieure à la moyenne, tandis que le bleu représente des zones moins denses. Cette carte résulte des données du relevé DES sur les lentilles gravitationnelles faibles [la légère déformation de l'image d'une galaxie provoquée

par la déviation des rayons lumineux lors de leur passage à proximité d'objets massifs tels que des amas de galaxies, contenant de la matière ordinaire et de la matière noire]. Les photographies en médaillon, prises par l'instrument *Dark Energy Camera*, montrent une région de surdensité (avec un grand nombre de galaxies brillantes) et une zone où apparaissent relativement peu de galaxies, conformément à la densité comparativement faible de la région.



© J. Zuntz, M. Troxel et la collaboration DES

davantage d'amas dans l'Univers jeune si c'est la quintessence, plutôt que l'énergie du vide, qui est à l'œuvre. Et nous devrions observer une tendance fort différente et plus compliquée dans l'hypothèse d'une gravité modifiée.

Une riche moisson

Depuis son lancement officiel en août 2013, le relevé DES a couvert près de 5000 degrés carrés du ciel et a livré des images d'une centaine de millions de galaxies. Quant aux supernovæ, plus de 1000 de type Ia ont été relevées. Nous entamons l'analyse de ces données pour déterminer les distances de ces supernovæ et les relier à leur décalage vers le rouge. Nous mesurons aussi les formes des galaxies pour déduire le signal de lentille gravitationnelle faible, la distribution spatiale des galaxies pour traquer la signature des oscillations acoustiques des baryons et la répartition des amas de galaxies. D'ici à la fin de cette année, la première phase de

cette analyse sera à peu près achevée. Nous pourrons alors commencer à chercher des indices sur l'expansion de l'Univers.

En attendant, l'expérience a déjà donné des résultats intéressants et d'une tout autre nature, telle la découverte à confirmer de 16 galaxies naines ultrapâles dans le voisinage de la Voie lactée. Ces galaxies très proches ne contiennent, pour certaines, pas plus de quelques dizaines d'étoiles et sont parmi les objets les plus riches en matière noire que l'on connaisse. Peu lumineuses, leur détection est difficile, mais elles sont cruciales pour comprendre la formation des galaxies telles que la Voie lactée.

De nouvelles données de DES arrivent sans cesse. Nous ne savons pas encore si le relevé DES apportera des réponses définitives sur les causes de l'expansion accélérée de l'Univers – l'énergie du vide, la quintessence, une autre forme d'énergie sombre ou la gravité modifiée – mais nous savons qu'il nous fera franchir un grand pas vers la résolution de cette énigme. ■

■ BIBLIOGRAPHIE

S. Alam *et al.*, The clustering of galaxies in the completed SDSS-III baryon oscillation spectroscopic survey: Cosmological analysis of the DR12 galaxy sample, <https://arxiv.org/abs/1607.03155>, 2016.

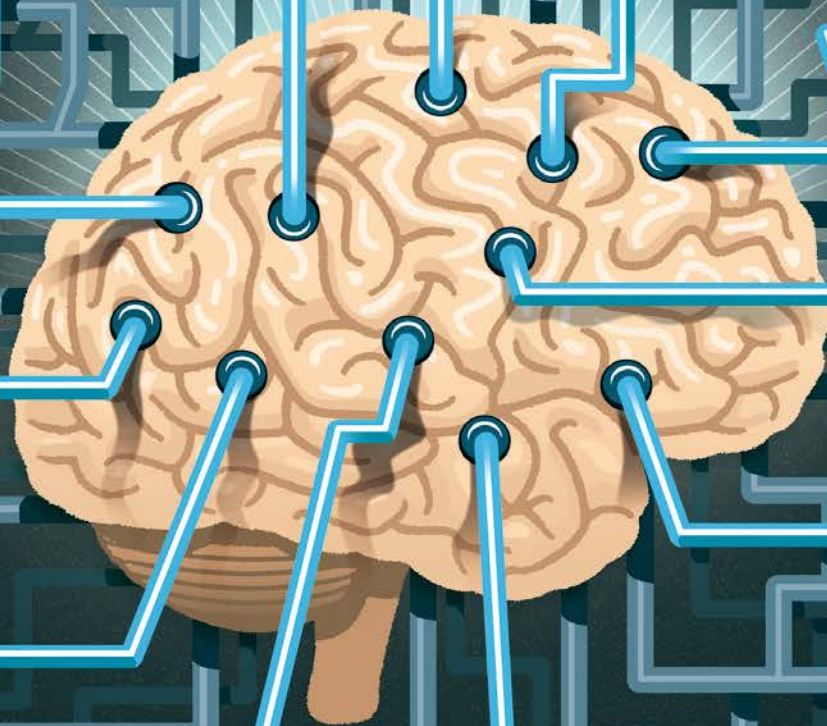
K. Bechtol *et al.*, Eight new Milky Way companions discovered in first-year Dark Energy Survey data, *Astrophysical Journal*, vol. 807, article 50, 2015.

C. Chang *et al.*, Wide-field weak lensing mass maps from Dark Energy Survey science verification data, *Phys. Rev. Lett.*, vol. 115, 051301, 2015.

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

G. Börner, L'énergie sombre et ses alternatives, *Dossier Pour la Science*, n° 71, avril-juin 2011.

Comment le cerveau



évacue ses déchets

Maiken Nedergaard et Steven Goldman

Comme tous les organes en activité, le cerveau produit des déchets et toxines dont il doit se débarrasser. Pour la première fois, des observations ont révélé comment ce nettoyage s'effectue.

Le cerveau humain pèse environ 1,4 kilogramme, soit 2 % de la masse corporelle moyenne d'un adulte. Cependant, ses cellules consomment 20 à 25 % de l'énergie totale du corps et produisent des quantités importantes de déchets potentiellement toxiques: l'équivalent du poids du cerveau lui-même en un an ! Impossible d'imaginer que cet organe, qui dicte nos actions et nos pensées, s'encombre de tant de déchets. Mais alors, comment fait-il le vide ? Gère-t-il lui-même ses détritits ? Ou s'en débarrasse-t-il auprès d'un autre organe plus spécialisé dans ce type de tâche, tel le foie, qui est une véritable usine à supprimer ou recycler les déchets ? Tout cela est resté mystérieux jusqu'à nos premières études sur la souris en 2012, qui ont apporté la preuve de l'existence d'un système d'évacuation des déchets propre au cerveau. Depuis, nous avons montré que ce rituel d'épuration s'accomplit durant le sommeil.

Dans la plupart des organes de notre corps, les déchets sont éliminés grâce au système lymphatique. Ce réseau de vaisseaux, différent de celui de la circulation sanguine, transporte un liquide chargé de nutriments et de cellules immunitaires, la lymphe. Celle-ci s'écoule d'abord dans

des petits canaux, qui confluent ensuite pour donner naissance à de plus grands et débouchent finalement dans des vaisseaux sanguins. Cette structure vasculaire procure une voie de défense immunitaire, car des ganglions lymphatiques, réservoirs de globules blancs qui permettent de lutter contre les infections, sont répartis en des points stratégiques le long des canaux. Ce système est présent dans tout le corps, mais on a longtemps pensé que le cerveau en était dépourvu et éliminait lui-même ses déchets.

Un système « glymphatique »

Or le cerveau contient lui aussi un réseau de canaux étroitement lié à la circulation sanguine. Chaque vaisseau sanguin cérébral est entouré d'un espace, dit périvasculaire, qui forme une sorte de tunnel. Cependant, si sa structure fait penser au système lymphatique, ce réseau est bel et bien spécifique au cerveau: la paroi externe des canaux est en effet recouverte par les extensions de certaines cellules nommées astrocytes, qui remplissent une multitude de fonctions dans le système nerveux central. Ces

L'ESSENTIEL

- Des recherches récentes ont permis de découvrir dans le cerveau des voies de passage pour l'élimination des détritits.
- Ce système de drainage cérébral est surtout actif durant le sommeil.
- Son dysfonctionnement favorise peut-être l'apparition de certaines maladies neurodégénératives, telles celles d'Alzheimer ou de Parkinson, liées à l'accumulation de protéines toxiques dans le cerveau.

Peter Hoey