

importante. Il y avait ainsi seulement 75% de chances que le faible nombre de galaxies obtenu à courte distance corresponde à un supervide – un résultat insuffisamment fiable selon les critères scientifiques. Pour trancher la question, il fallait observer une zone beaucoup plus grande, couvrant toute la région du point froid. À l'époque, les télescopes à notre disposition ne nous le permettaient pas. Depuis, Ben Granett a obtenu son doctorat et travaille maintenant à l'observatoire astronomique de Brera en Italie, et Mark Neyrinck est parti à l'université Johns-Hopkins.

Une heureuse percée

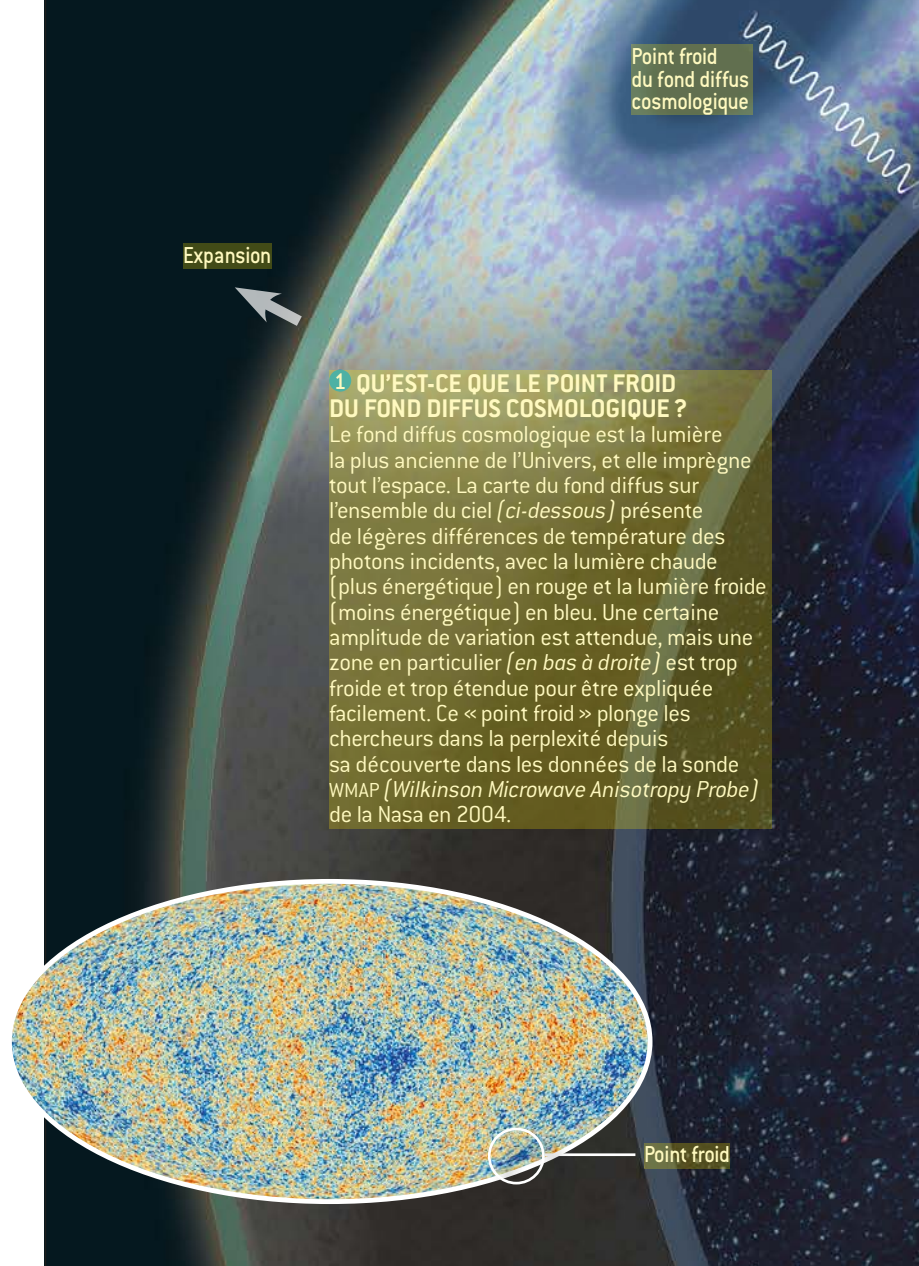
Par chance pour moi, je n'ai pas attendu trop longtemps pour obtenir de nouvelles données. Au moment où je disais au revoir à mes collègues, l'Institut d'astronomie de l'université d'Hawaï achevait la construction d'un nouveau télescope: PS1, le premier observatoire du projet Pan-STARRS (*Panoramic Survey Telescope and Rapid Response System*, télescope de relevé panoramique et système de réponse rapide). C'était exactement ce dont j'avais besoin. Équipé de la plus grande caméra du monde avec 1,4 gigapixel, le télescope est situé à 3 000 mètres d'altitude au sommet du volcan Haleakalā, sur l'île de Maui.

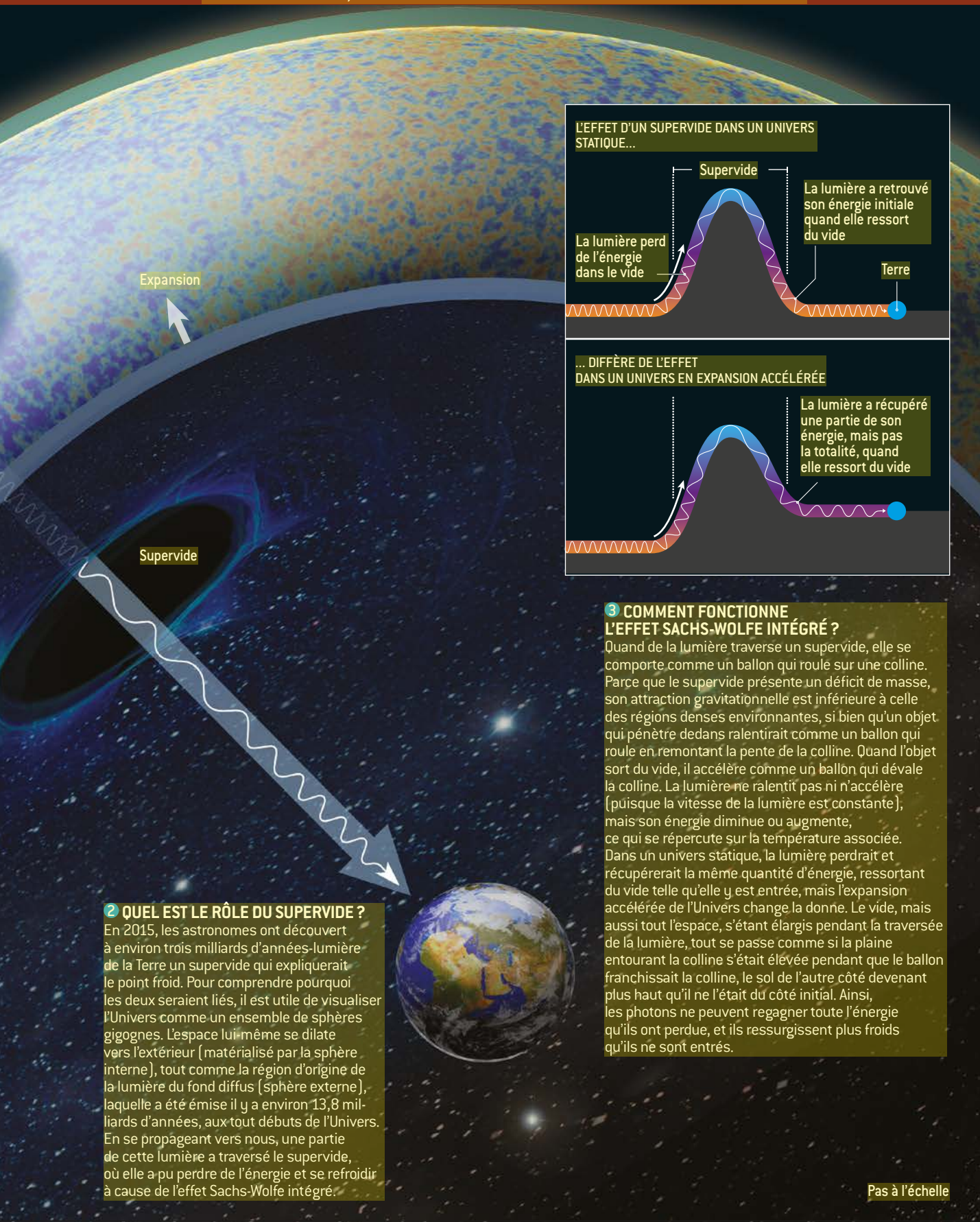
En mai 2010, au sein d'un consortium rassemblant plusieurs autres universités, mes collègues et moi avons commencé à cartographier les trois quarts du ciel à l'aide de PS1. Je me rappelle avoir essayé de convaincre Nick Kaiser, alors responsable scientifique de Pan-STARRS, que nous devions cartographier la région du point froid avant toute autre chose, dès la mise en service de l'instrument. Même si cela ne s'est pas fait, la région faisait partie de la zone observée durant les premières années de service du télescope, et les mesures dont j'avais besoin allaient arriver peu à peu.

Tandis que nous attendions avec impatience ces nouvelles données, j'ai commencé à travailler avec un étudiant, András Kovács, sur les données publiques des observations du fond diffus par les satellites *Planck* et WMAP, ainsi que sur les données du satellite WISE (*Wide-field Infrared Survey Explorer*) portant sur des galaxies récemment observées en lumière infrarouge.

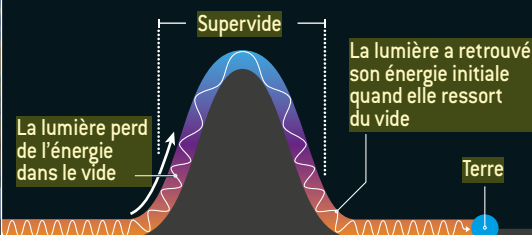
András Kovács étudiait à l'université Loránd Eötvös, à Budapest. Nous avions des téléconférences hebdomadaires et, à

Les astrophysiciens ont découvert un vaste supervide: une région d'espace pauvre en galaxies. L'auteur suggère qu'il pourrait expliquer un mystérieux « point froid » découvert il y a plusieurs années dans le fond diffus cosmologique. La lumière du fond diffus a été émise peu après le Big Bang et se propage vers nous depuis lors. Quand une partie de cette lumière a traversé le supervide, elle a pu perdre de l'énergie par le processus dit de Sachs-Wolfe intégré, ce qui aurait entraîné son refroidissement.

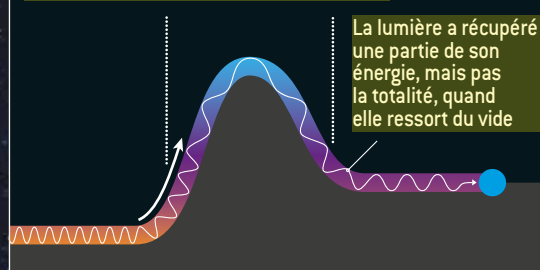




L'EFFET D'UN SUPERVIDE DANS UN UNIVERS STATIQUE...



... DIFFÈRE DE L'EFFET DANS UN UNIVERS EN EXPANSION ACCÉLÉRÉE



3 COMMENT FONCTIONNE L'EFFET SACHS-WOLFE INTÉGRÉ ?

Quand de la lumière traverse un supervide, elle se comporte comme un ballon qui roule sur une colline. Parce que le supervide présente un déficit de masse, son attraction gravitationnelle est inférieure à celle des régions denses environnantes, si bien qu'un objet qui pénètre dedans ralentirait comme un ballon qui roule en remontant la pente de la colline. Quand l'objet sort du vide, il accélère comme un ballon qui dévale la colline. La lumière ne ralentit pas ni n'accélère (puisque la vitesse de la lumière est constante), mais son énergie diminue ou augmente, ce qui se répercute sur la température associée. Dans un univers statique, la lumière perdrait et récupérerait la même quantité d'énergie, ressortant du vide telle qu'elle y est entrée, mais l'expansion accélérée de l'Univers change la donne. Le vide, mais aussi tout l'espace, s'étant élargi pendant la traversée de la lumière, tout se passe comme si la plaine entourant la colline s'était élevée pendant que le ballon franchissait la colline, le sol de l'autre côté devenant plus haut qu'il ne l'était du côté initial. Ainsi, les photons ne peuvent regagner toute l'énergie qu'ils ont perdue, et ils ressurgissent plus froids qu'ils ne sont entrés.

2 QUEL EST LE RÔLE DU SUPERVIDE ?

En 2015, les astronomes ont découvert à environ trois milliards d'années-lumière de la Terre un supervide qui expliquerait le point froid. Pour comprendre pourquoi les deux seraient liés, il est utile de visualiser l'Univers comme un ensemble de sphères gigognes. L'espace lui-même se dilate vers l'extérieur (matérialisé par la sphère interne), tout comme la région d'origine de la lumière du fond diffus (sphère externe), laquelle a été émise il y a environ 13,8 milliards d'années, aux tout débuts de l'Univers. En se propageant vers nous, une partie de cette lumière a traversé le supervide, où elle a pu perdre de l'énergie et se refroidir à cause de l'effet Sachs-Wolfe intégré.

Pas à l'échelle