

- cinq grandes lentilles, cette caméra ultrasensible et dotée d'une résolution de 570 mégapixels a un très grand champ, qui lui permet de photographier de larges bandes du ciel en une pose.

La caméra a pris ses premiers clichés du ciel nocturne en septembre 2012 et le DES a officiellement entamé son relevé d'une large bande du ciel austral un an plus tard. Le relevé a collecté les données d'août à février de chaque année pendant cinq ans (soit un total de 758 nuits d'observation) et a produit une carte en haute résolution d'environ 200 millions de galaxies réparties sur un huitième du ciel (environ 5 000 degrés carrés d'angle solide, la Lune en couvrant par comparaison 0,2), ainsi qu'un catalogue de supernovæ. Les données sont en cours d'analyse.

L'un des objectifs du projet est de recueillir des indices afin de départager les hypothèses sur l'origine de l'accélération de l'expansion cosmique: gravité modifiée ou énergie sombre, chacune existant sous différentes formes, ou scénarios. Pour le cas de l'énergie sombre, les physiciens mettront à l'épreuve deux idées: l'énergie du vide et la quintessence.

UN PROBLÈME DE TAILLE

La première est assez paradoxale. Supposez que vous vidiez une boîte de tout son contenu (atomes, rayonnement, matière noire...) et que rien ne puisse y pénétrer par les parois. L'intérieur de la boîte serait un vide parfait. D'après la physique classique, le vide n'a pas d'énergie. Mais la théorie quantique dit que même l'espace vide est porteur d'une certaine forme d'énergie. En effet, la théorie autorise l'apparition spontanée de paires particule-antiparticule qui, après un bref instant, s'annihilent. Ainsi, le vide de la boîte n'est pas «vide»: il est à tout instant peuplé de ces particules, dites virtuelles, porteuses d'une énergie dont la forme correspond à celle requise pour constituer l'énergie sombre et entraîner l'accélération de l'expansion de l'Univers.

La seule difficulté avec cette idée est que, selon la physique quantique, la valeur de l'énergie du vide serait 122 ordres de grandeur (10^{122} fois) supérieure à ce qu'elle devrait être si elle constituait l'énergie sombre. Si les physiciens ne peuvent ignorer ce problème, ils utilisent malgré tout l'idée de l'énergie du vide pour mettre à l'épreuve les données observationnelles sur l'Univers.

Pour régler ce problème d'ordre de grandeur, les chercheurs ont proposé d'autres explications que l'énergie du vide. Une piste est celle d'un champ quantique, nommé quintessence, présent en tout point de l'espace. Ce champ a de nombreux points communs avec le champ de Higgs, associé au boson de Higgs, la particule découverte en 2012 au LHC, au Cern. La particule associée à la quintessence aurait, comme le boson de Higgs, un spin (moment cinétique intrinsèque) nul, mais elle serait plus légère d'environ 44 ordres de grandeur.

Le comportement de la particule de quintessence peut être comparé à celui d'une balle qui roule sur la pente d'une colline. L'énergie de cette balle est à la fois cinétique (en raison de son mouvement) et potentielle (à cause de la hauteur de la colline qu'elle dévale); plus la balle se trouve en hauteur, plus son énergie potentielle est grande. Quand elle descend, son énergie potentielle diminue, et son énergie cinétique augmente. Si la particule de quintessence est extrêmement légère, alors elle descendrait

Les physiciens utilisent l'idée de l'énergie du vide pour mettre à l'épreuve leurs observations de l'Univers

très lentement aujourd'hui, avec relativement peu d'énergie cinétique par rapport à son énergie potentielle. Dans ce cas, les cosmologistes ont montré que son effet sur l'expansion cosmique serait similaire, à quelques détails près, à celui de l'énergie du vide et conduirait à une accélération.

Ce sont justement les détails, par lesquels se distinguent les différents scénarios, que les physiciens du projet DES veulent mettre en évidence pour déterminer quelle explication est correcte. Pour trancher entre les causes possibles de l'accélération cosmique, les chercheurs explorent quatre phénomènes sensibles, de façon différente, au rythme d'expansion de l'Univers. Comme les quatre phénomènes faisant office de sondes ne seraient pas tous affectés de la même façon selon le scénario considéré, il serait possible d'écarter les mauvaises pistes.

Ces quatre phénomènes sont les supernovæ, les traces des ondes acoustiques primordiales, les lentilles gravitationnelles et les amas de galaxies. Collectivement, ils nous renseignent sur la vitesse à laquelle l'Univers s'est dilaté et sur la quantité de matière qui s'est agrégée pour former les grandes structures aux différentes époques de l'histoire cosmique.

Dans l'Univers primordial, la densité de matière était assez importante pour former les grandes structures. Environ 7 milliards d'années après