

Malheureusement, une théorie complète de la gravitation massive reste encore à construire malgré les nombreux progrès depuis 2010.

Des enseignements peuvent être tirés de l'exemple précédent. D'abord, il est naturel qu'une théorie d'énergie sombre voie ses effets se transformer en une cinquième force dans le Système solaire. Pour éviter que cette théorie contredise ce qu'on sait du mouvement des objets orbitant dans le Système solaire, il est donc nécessaire que ses effets soient écrantés. De ce fait, l'énergie sombre peut jouer son rôle pleinement aux grandes échelles et être responsable de l'accélération de l'expansion de l'Univers tout en préservant les propriétés de la gravitation locale. Elle serait donc cachée dans notre environnement planétaire et solaire. Heureusement, il n'existe que quatre mécanismes d'écrantage, ce qui rend la physique de l'énergie sombre dans notre environnement relativement simple.

LE MÉCANISME DE CAMÉLÉON

En plus du mécanisme de Vainshtein, une autre façon possible d'écranter un champ d'énergie sombre est le «mécanisme de caméléon». Un caméléon serait un champ d'énergie sombre,

associé à des «particules caméléons» (toujours cette particularité de la physique quantique), qui s'adapte à son environnement en devenant très massif dans la matière très dense. Il agirait même d'autant moins qu'il est massif ; la portée de son action serait alors si faible qu'un caméléon interagirait très peu avec la matière environnante et ne créerait que très peu d'effet de cinquième force. La force due au caméléon, exercée par le Soleil sur la Terre, serait ainsi minuscule. Cependant, une petite cinquième force serait suffisante pour influencer la distribution des galaxies de l'Univers. Cet effet sera aussi recherché par l'expérience *Euclid*.

Mais est-ce que cela signifie que l'énergie sombre n'a aucun effet local sur Terre ? Pas forcément, car l'écrantage de l'énergie sombre n'est jamais parfait. En particulier pour les modèles de caméléons, car pour les modèles avec écrantage à la Vainshtein, la cinquième force est écrantée jusqu'aux échelles cosmologiques. En revanche, un caméléon se laisserait détecter dans certaines expériences de grande précision sur Terre ou en orbite terrestre. La force due à un caméléon est ainsi activement recherchée dans les expériences testant la gravitation à très courte distance, sous l'échelle du dixième de millimètre.

Cette force est aussi un des enjeux de l'expérience *Microscope*, du Centre national d'études spatiales (Cnes), dont le satellite orbitant à 700 kilomètres de la Terre donne corps à l'expérience de pensée de Galilée depuis la tour de Pise. Au lieu d'un marteau et d'une plume, ce sont deux cylindres concentriques de titane et de platine, à bord du satellite, dont les chutes vers la Terre sont comparées. La différence d'accélération de ces corps est mesurée avec une précision d'un centième de milliers de... milliards ! À ce niveau de précision, la force caméléonique pourrait apparaître malgré l'écrantage qu'elle subit de la Terre et du satellite lui-même. Les premiers

117



← L'expérience *Xenon1T* de détection de matière noire (ici, le détecteur avec ses tubes photomultiplicateurs) a été conduite entre 2016 et 2018 dans le laboratoire souterrain de Gran Sasso, en Italie.