

par des effets de lentille gravitationnelle: en courbant localement l'espace-temps, ces astres sombres dévieraient la lumière qui nous parvient depuis des étoiles de matière ordinaire.

L'hypothèse d'un secteur sombre complexe offre de riches possibilités avec des conséquences astrophysiques intéressantes, mais comment tester ces modèles? Les physiciens recherchent la matière noire complexe de la même façon que les wimps: à l'aide de détecteurs souterrains. Un modèle où la matière noire interagit partiellement, tel celui proposé par Jiji Fan et ses collègues, présente un intérêt particulier pour les expériences de détection directe: le disque de matière noire situé dans le même plan que celui de la Voie lactée se traduit par une densité de matière noire plus importante que dans le simple modèle des wimps. Cela impliquerait des chances de détection plus élevées, même si l'absence de signal montre que cette probabilité est malgré tout très faible.

Outre les expériences de détection directe, les physiciens espèrent créer de la matière noire dans les accélérateurs de particules. Comme ils ont peu d'indications sur la façon dont la matière noire interagit avec

la matière ordinaire (et donc sur les processus spécifiques susceptibles d'en fabriquer dans l'accélérateur), ils étudient aussi bien des modèles à simples wimps que ceux à secteur sombre plus complexe.

Produire de la matière noire au LHC

Le LHC (grand collisionneur de hadrons) du Cern, près de Genève, est l'accélérateur le plus puissant du monde et peut donc sonder des scénarios à versions lourdes de la matière noire (plus une particule est massive, plus il faut d'énergie pour la produire dans un accélérateur). Ces particules de matière noire ne seraient pas directement visibles dans les détecteurs du LHC, car elles traverseraient les capteurs sans interagir. Les physiciens tentent de déduire leur présence de façon indirecte. Comme l'énergie est conservée, les chercheurs comparent l'énergie de la collision à celle de toutes les particules produites par la collision. S'il manque de l'énergie dans le bilan, c'est peut-être qu'une particule de matière noire non détectée a emporté l'énergie qui fait défaut. Une perte d'énergie peut avoir d'autres explications: une particule qui passe entre

les détecteurs, un neutrino qui n'interagit que rarement... Il n'est donc possible de conclure qu'en analysant un grand nombre de collisions. Concrètement, les physiciens calculent combien de collisions produisent une signature particulière d'énergie manquante, avec ou sans la présence de matière noire, et comparent aux données.

Jusqu'à présent, aucun signe de matière noire n'a été identifié au LHC, ce qui indique que les interactions de la matière noire avec la matière ordinaire sont très rares, si toutefois il s'en produit. Le LHC continue de prendre des données à plus haute énergie, ce qui augmente nos chances de découvrir un jour la matière noire.

Dans les expériences de détection directe et de production au LHC, les physiciens font l'hypothèse que les interactions de la matière noire avec la matière ordinaire sont beaucoup plus fortes que la gravitation (la plus faible de toutes les interactions), mais assez faibles pour ne pas encore avoir été observées. Cette hypothèse est nécessaire, car si la matière noire n'interagit que de façon gravitationnelle – dans cette éventualité, on parle parfois de «superwimps» –, nous ne l'observerons jamais dans ces expériences.



DANS LA TRAQUE DE LA MATIÈRE NOIRE, l'expérience *Xenon1T* est l'une des plus sensibles. Inaugurée fin 2015, elle est composée d'une cuve [représentée à gauche, au centre de l'affiche montrant l'intérieur de la structure] contenant près de une tonne de xénon liquide.

Si une particule de matière noire entre en collision avec un atome de xénon, elle déclenche un signal enregistré par des capteurs. Si cette expérience ne détecte pas de matière noire, il en résultera des contraintes fortes sur les propriétés de cette dernière.