

En bref

> La matière noire représente 27% du contenu de l'Univers, contre 5% seulement de matière visible.	> Son existence a été la première fois déduite de l'étude de la vitesse des étoiles dans les galaxies spirales.	> Depuis, elle a été confirmée par bien d'autres méthodes: lentilles gravitationnelles, fond diffus cosmologique, simulations...	> Indispensable pour expliquer l'histoire et la structure de l'Univers, cette matière noire n'en continue pas moins d'échapper à toute détection directe.
--	---	--	---

94

Avec la découverte du boson de Higgs, on a pu croire détenir enfin un tableau complet du monde matériel qui nous entoure. Erreur. La matière visible, vous, moi, et tout ce que nous voyons sur Terre, dans les étoiles et les galaxies, en un mot celle décrite par le modèle standard, ne représente que 5% de ce qui existe dans l'Univers. Et le reste ? Quelque 68% correspondent à une énigmatique énergie sombre et 27% à une mystérieuse matière dite «noire», qui nous occupera ici. La situation est paradoxale, car bien que sa nature nous échappe encore complètement (*voir Beaucoup d'appelés, pas encore d'élus, par M. Cirelli, page 102*), nombre d'observations attestent sa réalité.

Le premier indice de l'existence de la matière noire est venu des travaux de l'astronome suisse Fritz Zwicky dès 1933. Il souhaitait mesurer la masse d'un amas galactique, un groupe de plus de cent galaxies liées par les forces gravitationnelles, en utilisant deux méthodes. Il a commencé par estimer la masse à partir de la vitesse de rotation des galaxies au sein de l'amas. De la même manière que des enfants jouant sur un manège doivent se tenir pour ne pas être éjectés, les galaxies d'un amas galactique en rotation ont besoin d'une force pour rester liées. Dans ce cas particulier, cette force est apportée par l'interaction gravitationnelle, par le biais de la matière contenue dans l'amas galactique. Afin de maintenir la cohésion, il doit y avoir suffisamment de matière pour engendrer la force gravitationnelle adéquate ; sans elle, les galaxies s'éparpilleraient.

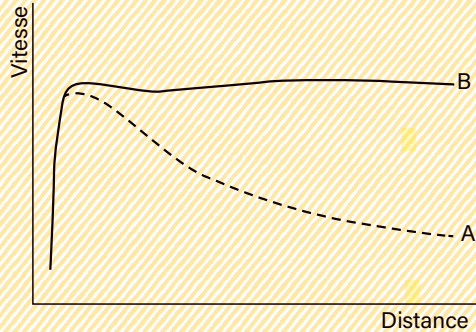
Zwicky a alors vérifié ses calculs par une seconde méthode, cette fois en évaluant la masse totale de l'amas galactique à partir de

la lumière émise par ses galaxies, la quantité de rayonnement dépendant du contenu. De la sorte, on obtient une estimation grossière de la quantité de matière contenue dans un amas galactique. Problème : les deux masses obtenues étaient complètement différentes. La quantité de matière visible était très insuffisante pour produire la force gravitationnelle nécessaire au maintien de la cohésion de l'amas galactique. L'astronome en a donc déduit qu'un nouveau type de matière inconnu devait créer un champ gravitationnel sans émettre de lumière, d'où le terme de matière noire (de l'allemand *dunkle Materie*).

GALAXIES EN ROTATION

Malheureusement, les calculs de Zwicky manquaient de précision. Cet obstacle a été levé dans les années 1970 par Vera Rubin lorsqu'elle s'est intéressée aux vitesses de

La courbe A décrit la vitesse de rotation théorique d'une étoile en fonction de sa distance au centre de la galaxie. En réalité, les étoiles des galaxies spirales suivent la courbe B : leur vitesse ne diminue pas.

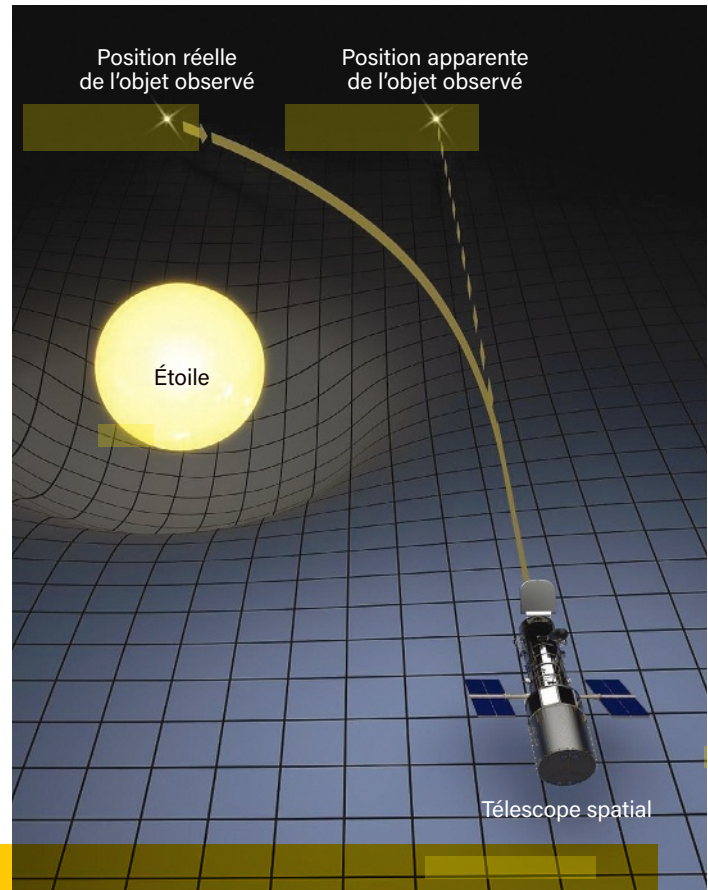


rotation des étoiles au sein d'une galaxie spirale. Comme l'indique la courbe A sur le schéma page précédente, l'astronome américaine a observé que les étoiles se déplaçaient toutes à peu près à la même vitesse, quelle que soit leur distance au centre de la galaxie. Or, d'après les lois de Kepler, plus l'étoile est éloignée de son centre galactique, et plus elle devrait tourner lentement autour (c'est ce qu'indique la courbe B). En somme, c'est comme si les étoiles les plus lointaines étaient en rotation autour de galaxies dix fois plus massives qu'observé. D'après l'astronome, ce phénomène n'était possible que si les galaxies étaient emplies d'énormes quantités de matière invisible, s'étendant même au-delà des objets galactiques visibles les plus distants. Vera Rubin fut donc la première à prouver de manière plus quantitative l'existence de matière noire, et ce avec une précision suffisante pour convaincre la communauté scientifique. Depuis, les preuves se sont accumulées.

LENTILLES GRAVITATIONNELLES

Aujourd'hui, sa présence peut être mesurée de façon plus directe grâce aux lentilles gravitationnelles, une des techniques les plus impressionnantes pour la détection de la matière noire. Le principe repose sur le fait que de grandes quantités de matière (visible ou noire) engendrent de forts champs gravitationnels. À leur tour, ces champs déforment l'espace qui les entoure et modifient la trajectoire de la lumière.

Imaginez que deux personnes tendent horizontalement un drap, et qu'une autre lance



↑ Par son champ gravitationnel, un corps massif (ici, une étoile) déforme la trame de l'espace comme une boule de billard déformerait un drap tendu. Tous les corps passant à proximité suivront la courbure de l'espace déformé. La lumière ne fera pas exception et verra sa trajectoire s'incurver avant d'être captée par un télescope.

dessus une balle de ping-pong. La balle se déplacera en ligne droite, suivant la surface du drap. Supposez maintenant que quelqu'un laisse tomber un objet lourd, comme une boule de billard, au milieu du drap. Celui-ci est alors creusé par une dépression. La balle de ping-pong décrira de fait une courbe en suivant la surface déformée du drap. La lumière se comporte un peu comme la balle de ping-pong. Elle suit la courbure de l'espace dans lequel elle se propage.