**Podcast**

**L’énergie sombre**

L’énergie sombre constitue environ 68 % de l’Univers et semble être associée au vide de l’espace. Elle est distribuée de façon uniforme dans l’Univers, non seulement dans l'espace mais aussi dans le temps – autrement dit, son effet ne se dilue pas avec l’expansion de l’Univers. Cette répartition égale signifie que l’énergie sombre n’a pas d’effet gravitationnel local, mais plutôt un effet global sur l'Univers entier. Il en résulte une force répulsive qui tend à accélérer l’expansion de l’Univers. Le taux d’expansion et son accélération peuvent être mesurés par des observations et par l’application de la loi de Hubble. Ces mesures, associées à d’autres données scientifiques, ont confirmé l’existence de l’énergie sombre et donnent une estimation de la quantité que représente cette substance mystérieuse.

### La matière noire

Contrairement à la matière ordinaire, la matière noire n’est pas sensible à la force électromagnétique. De ce fait, elle ne peut absorber, refléter ou émettre de la lumière, ce qui la rend extrêmement difficile à détecter. Les scientifiques n’ont pu déduire l'existence de la matière noire que de l'effet gravitationnel que celle-ci semble avoir sur la matière visible. La matière noire semble représenter une masse environ six fois supérieure à celle de la matière visible ; elle devrait constituer environ 27 % de l'Univers. Voilà qui donne à réfléchir : la matière que nous connaissons et qui constitue toutes les étoiles et les galaxies ne représente que 5 % du contenu de l’Univers. Mais quelle est la nature de la matière noire ? Selon l’une des théories, elle pourrait contenir des particules dites « supersymétriques », particules hypothétiques qui seraient associées aux particules déjà connues du Modèle standard. Les expériences menées au Grand collisionneur de hadrons (LHC) apporteront peut-être des éléments plus probants concernant la matière noire.

Plusieurs théories prévoient que les particules de matière noire seraient assez légères pour être produites au LHC. Dans ce cas, elles traverseraient les détecteurs sans être repérées. Elles seraient toutefois porteuses d’énergie et d’impulsion. Il serait donc possible de déduire leur existence de l'énergie et de l'impulsion manquantes après une collision. Les candidats à la matière noire sont souvent présents dans les théories portant sur la physique au-delà du Modèle standard, telles que la supersymétrie et les dimensions supplémentaires. L’une de ces théories évoque l’existence d'une « vallée cachée », un monde parallèle fait de matière noire ayant très peu de chose en commun avec la matière que nous connaissons. Si l’une de ces théories était confirmée, cela permettrait aux scientifiques de mieux comprendre la composition de l'Univers, et, en particulier, comment font les galaxies pour ne pas se défaire.

https://home.cern/fr/about/physics/dark-matter

## La courbe de rotation des galaxies spirales

La manifestation la plus apparente de la présence d’une masse cachée se produit lorsque l’on étudie la répartition de la matière au sein d’une galaxie spirale. Il existe en effet un moyen relativement simple de connaître la distribution de masse dans une telle galaxie. Il consiste à étudier soigneusement le mouvement des étoiles et du gaz en son sein.

Rappelons que dans le système solaire, les planètes se déplacent en obéissant aux lois de Kepler. En particulier, la vitesse d’une planète sur son orbite est inversement proportionnelle à sa distance au centre, un résultat qui est vrai dans tout système dominé par un corps central comme le Soleil. Ce principe peut se généraliser à n’importe quel ensemble, en particulier à une galaxie spirale. La façon dont la vitesse des étoiles et du gaz varie avec la distance au centre – la courbe de rotation – peut nous permettre de déterminer la répartition de la masse à l’intérieur de cette galaxie.

Les astronomes pensaient savoir à quoi s’attendre lorsqu’ils commencèrent à appliquer à cette méthode. La vitesse des étoiles et du gaz devait être faible au centre et augmenter avec la distance. En dehors de la galaxie, la courbe de rotation devait s’inverser et la vitesse chuter. En effet, le gaz à l’extérieur de la galaxie peut être considéré comme en orbite autour d’un corps central et devrait donc suivre une loi similaire à celle qui régit la vitesse des planètes du système solaire.

## La matière noire dans les galaxies spirales

La difficulté observationnelle majeure résidait dans le fait que la quantité de matière en dehors des limites visibles d’une galaxie est très faible. Il s’agit surtout de gaz hydrogène qui s’étend deux ou trois fois plus loin que les limites visibles de la galaxie. Pour pouvoir étudier ce gaz, il fallut avoir recours, comme dans le cas de l’hydrogène interstellaire, à des observations dans les ondes radio à une longueur d’onde de 21 centimètres. Des observations à l’aide de puissants radiotélescopes commencèrent et les premiers résultats furent publiés à la fin des années 1970.

Les résultats furent surprenants. Les courbes de rotation ne chutaient pas à l’extérieur des galaxies mais restaient obstinément plates. La vitesse du gaz restait constante au lieu de diminuer. Ceci impliquait que la matière des galaxies s’étendait bien au-delà des limites visibles. Chaque galaxie devait être entourée d’un halo de matière invisible, dont la masse devait être plusieurs fois supérieure à celle de la partie visible.

Ces résultats mettaient en évidence que l’essentiel de la masse des galaxies, donc de la matière de l’Univers, nous est invisible, d’où le nom de matière noire.

Ces observations n’étaient qu’une confirmation pour toutes les galaxies d’une anomalie déjà détectée en 1932 par l’astronome néerlandais Jan Oort. Celui-ci avait remarqué que le mouvement des étoiles dans le voisinage de notre Voie Lactée était plus rapide que prévu, et avait donc suggéré la présence d’une grande quantité de matière invisible dans la Galaxie.

https://www.astronomes.com/lunivers/masse-cachee-galaxie/