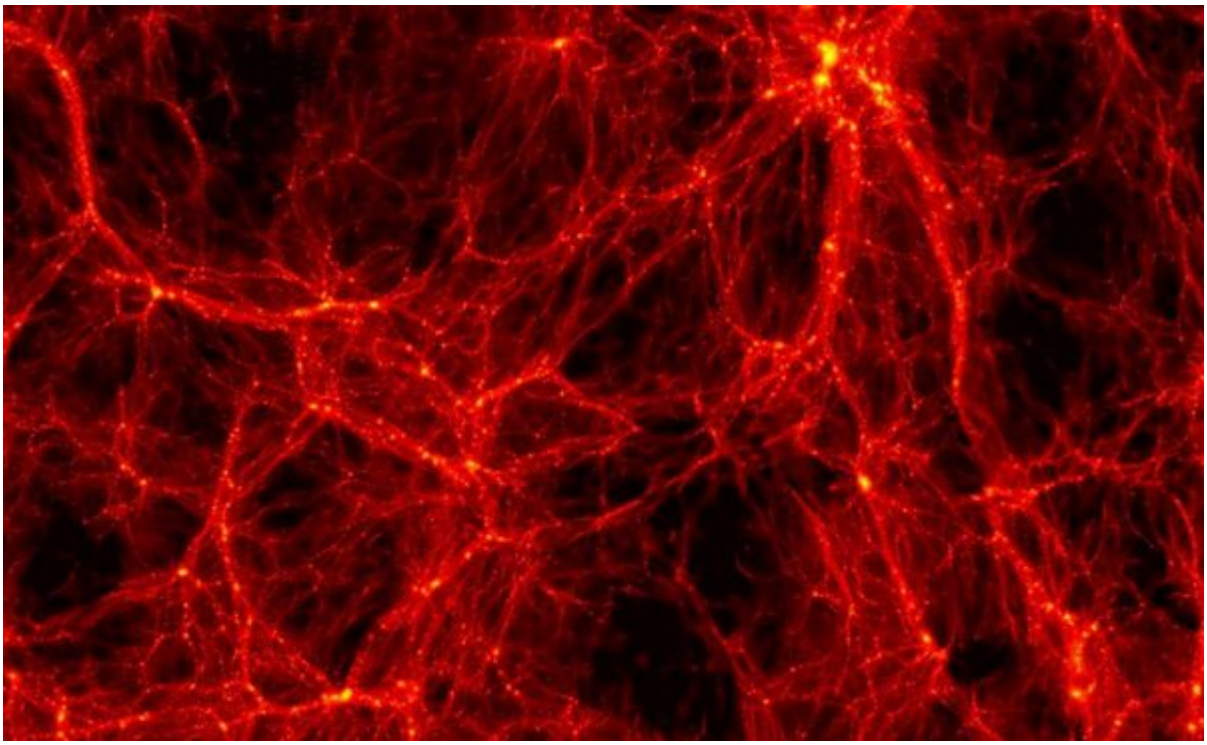
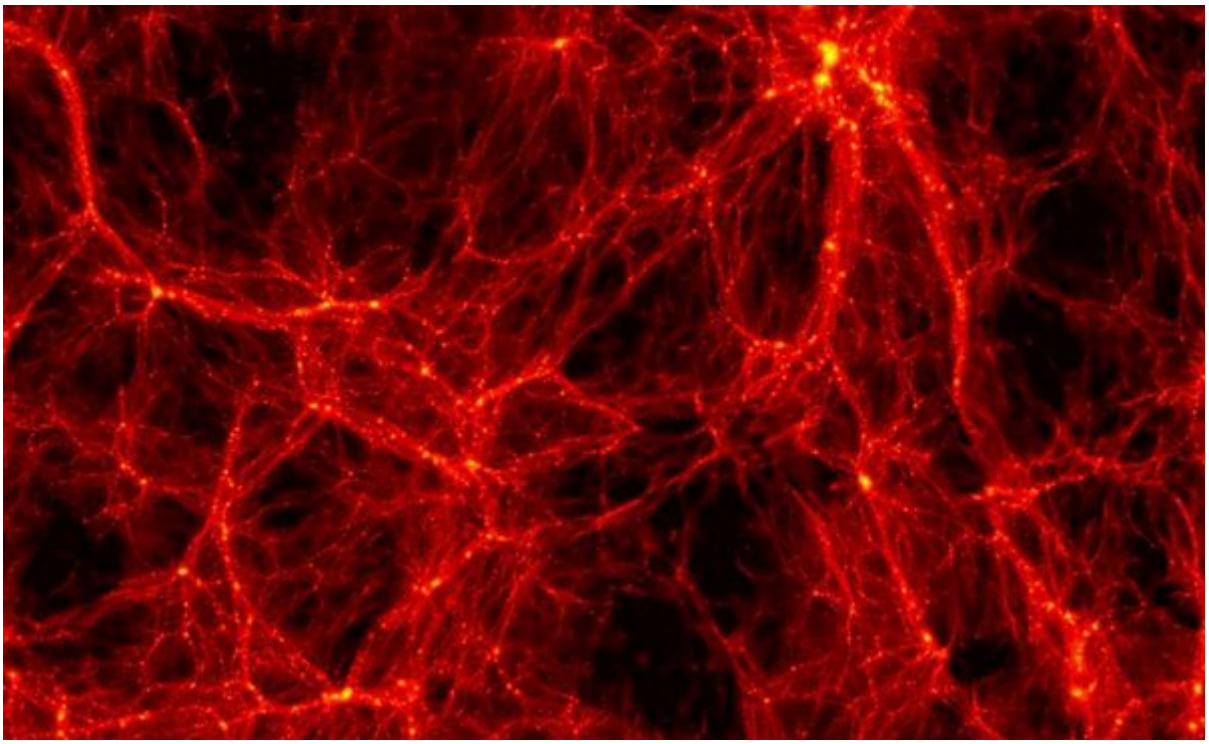
De quoi est constitué 96 % de l’univers ? Pas de ce qui se voit (1 sur 3)

écrit par Professeur Tetenlair | 14 septembre 2022





Ben oui. Quand tu regardes le magnifique ciel au-dessus de toi, à l'œil nu, ou avec quelques instruments astronomiques, de petite envergure ou ultra sophistiqués, si tu pouvais voir tout, absolument tout de visible de ce qui est dans le ciel, tu n'en verrais que 4 % ! Étonnant, n'est-il pas ?

INTRODUCTION

Les astronomes observent des myriades de galaxies, et leur nombre dans l'univers est estimé à 2 000 milliards. Beaucoup de galaxies sont similaires à la Voie lactée. Notre galaxie dans laquelle le Soleil est une simple étoile, possède des bras en spirale qui se déploient à partir d'un disque central.

Dans le cosmos, les galaxies s'organisent aussi en amas regroupant de quelques dizaines à un millier d'entre elles. L'observation du mouvement des étoiles dans une galaxie ou celui d'une galaxie dans un amas donne la preuve la plus spectaculaire de l'existence de matière noire. Elle fait le lien entre les étoiles et les galaxies, par d'étranges particules.

Il y a aussi une énergie sombre de nature répulsive qui crée de l'espace dans l'univers en éloignant les éléments, notamment les galaxies. À elles deux, la matière noire et l'énergie sombre constitue 96 % de l'univers, tout le reste des objets ne représentant que 4 % de l'univers. Extraordinaire, non ?

Désormais, on ne peut plus observer et étudier l'univers sans tenir compte de l'essentiel qui le compose à savoir la matière noire et l'énergie sombre.

LA MATIERE NOIRE (partie 1 sur 2 pour la matière noire)

Ce sont des nouvelles notions qu'il faut acquérir, car la matière noire ne ressemble à rien du tout de ce qui existe sur Terre. À chaque seconde des milliards de particules non visibles traversent tout ce qu'elle rencontre sur notre

planète et tout le reste de l'Univers. Et ce n'est pas une petite chose, puisque ces particules sont tellement massives qu'elles ont le pouvoir d'influencer les galaxies, leurs formations, et leur vitesse de rotation. Ce n'est quand même pas rien, ma cousine !

Cette matière noire est totalement invisible, et les scientifiques sont persuadés qu'elle est partout présente. Alors, il faut savoir que nous n'avons encore aucune preuve matérielle et scientifique de son existence. Elle n'émet aucune lumière et n'en absorbe aucune. Elle n'a ainsi aucune interaction avec la lumière. Mais les spécialistes sont absolument certains qu'elle est là et qu'elle existe. Mais pourquoi donc ?

Alors, on essaie de prouver son existence évidemment notamment à Soudan dans le Minnesota aux États-Unis. Mais contrairement à ce que tu peux croire, ce n'est pas dans le ciel que l'on va essayer de prouver l'existence de la matière noire mais à 750 m sous terre. Pourquoi sous terre ?

Tout simplement pour être à l'abri des rayons cosmiques et pouvoir mener des expériences. Le but est de capturer de la matière noire. Le laboratoire de Soudan travaille sur cette question depuis 15 ans, en espérant capter des WIMPs (Weakly Interacting Massive Particles, WIMP) – voir plus loin – et n'a toujours pas obtenu de résultat pour le moment (article écrit en septembre 2022).

Mais pourquoi donc les spécialistes sont-ils absolument certains qu'elle est là et qu'elle existe ?

LA ROTATION DES GALAXIES

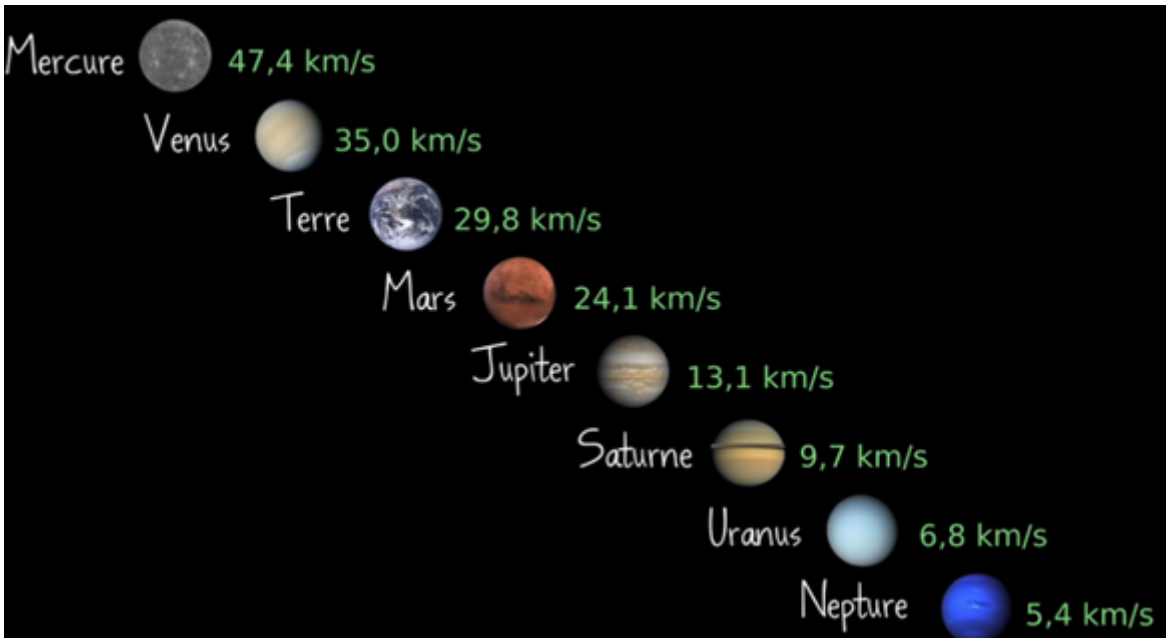
Les observations de Fritz Zwick

Astrophysicien américano-suisse, Fritz Zwicky connu entre autres comme le plus grand découvreur de supernovas, observait un super amas de galaxies, appelé le **super amas de Coma** et il a remarqué une chose bien étrange. *En mesurant les mouvements qui se produisaient dans ce super amas, il a obtenu une estimation de sa masse dynamique. Puis il a comparé cette masse à ce qu'il aurait dû obtenir en fonction des masses d'autres galaxies.*

En effet, le mouvement des étoiles autour du centre d'une galaxie permet de remonter à ses caractéristiques concernant sa masse gravitationnelle. La loi de Newton de la dynamique des corps en mouvement combinée avec la loi de l'attraction universelle pour la gravitation permet de trouver une relation fondamentale de la physique des galaxies : *la vitesse de rotation d'un objet céleste, telle une étoile, est reliée à la racine carrée de la masse qui produit son mouvement. La vitesse décroît aussi quand on s'éloigne du centre galactique.*

Compte tenu de ce qui précède et de ses observations, Fritz Zwicky s'est aperçu que quelque chose clochait. Les galaxies de l'amas de Coma se déplacent **comme si elles contenaient beaucoup plus de matière que l'on était capable de voir en l'observant.** Les galaxies se déplaçaient trop vite à l'intérieur de l'amas par rapport à la quantité d'éléments lumineux qui s'y trouvaient. En fait, d'après ses calculs, il aurait dû trouver une masse dynamique lumineuse 160 fois plus importante étant donné la vitesse des galaxies dans cet amas de Coma. Cette anomalie montre que leurs mouvements est influencé par un autre élément. Et oui, mon cousin.

Mais, avant tout, comment peut-on faire des estimations de masse ? Prenons l'exemple du système Solaire. Pour faire ultra simple, et sans calcul ni schéma compliqués, on se base sur les planètes, et on sait que plus les planètes sont éloignées du Soleil, plus leur vitesse est faible.



La formule de Newton fait donc apparaître la masse du Soleil. Ainsi, en connaissant la vitesse et la distance des planètes, on en déduit la masse du Soleil. Zwicky, en faisant un calcul de ce type mais adapté à l'échelle d'un amas de galaxies trouve pour l'amas de Coma **une masse totalement incompatible avec la quantité d'étoiles qu'on pouvait y observer.**

Alors, en analysant les mouvements, Zwicky en a conclu que l'amas ne pouvait pas être stable, sauf s'il y a présence d'une quantité de matière noire (appelé au début par Zwicky « la matière manquante ». La matière noire, était donc une masse invisible, qui par son attraction gravitationnelle, était capable dans un amas d'affecter la vitesse de galaxies entières. C'est là une découverte révolutionnaire, passée pratiquement inaperçue à l'époque.

Les observations de Zwicky étaient basées sur les mesures de masse qu'il avait effectuées sur les étoiles et les galaxies. Mais, mon ami, comment faire pour peser des objets qui se trouvent dans l'espace ? Effectivement, tu ne pourras pas prendre le Soleil et le placer sur une balance par exemple. Mais, par contre, tu pourras mesurer la vitesse à laquelle les planètes tournent autour de lui. Et là tu rencontreras une loi physique qui te dira que plus il y a de matière dans le Soleil, plus les planètes devront tourner vite pour rester sur leurs orbites.

Newton et Einstein ont dit tous deux que plus la masse d'un objet était importante plus son attraction gravitationnelle était forte, ainsi que plus un objet est loin du centre plus il avance lentement sur son orbite dans la mesure où l'attraction gravitationnelle diminue.

C'est pourquoi au niveau du système solaire, la masse solaire attire plus vite Mercure que Pluton (planète naine) parce que Mercure est plus proche du Soleil. Ainsi, on est en droit d'attendre la même chose pour les galaxies, que plus elles sont éloignées plus elles se déplacent lentement pour poursuivre leurs orbites.

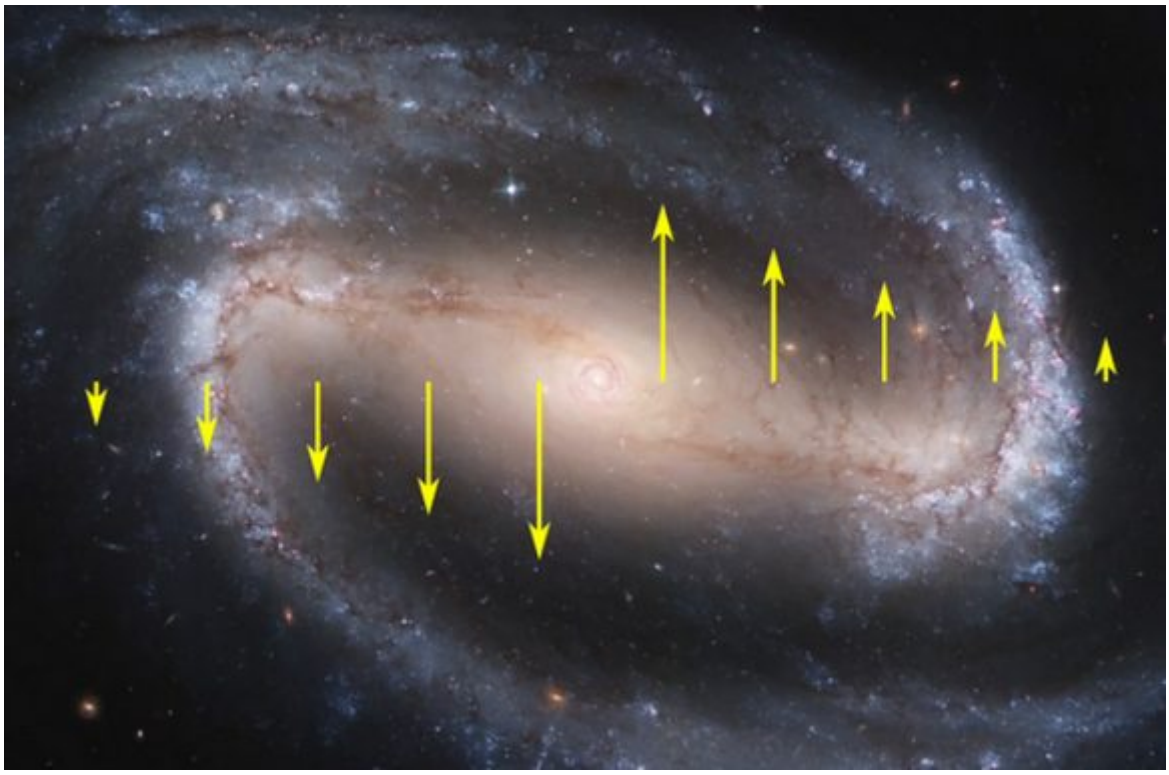
Les observations de Vera Rubin

Vera Rubin en 2009.

Seulement voilà, ces raisonnements ne correspondent pas aux observations effectuées par Zwicky. Ce dernier avait fait ses observations au sein de l'amas de galaxies, Coma. A la fin des années 1970, une scientifique américaine, Vera Rubin, donc 50 ans plus tard que Zwicky, et avec du matériel qui a évolué, examine les courbes de rotation à l'intérieur même des galaxies spirales similaires à la Voie lactée. Et tout comme Zwicky, ce qu'elle constate lui semble bien étrange. Elle s'est aperçue, en fait, qu'en s'éloignant, la vitesse du gaz et des poussières en orbite restaient constantes. Or, ces vitesses devraient diminuer. Mais elles ne diminuent pas.

Pour que les régions extérieures de la galaxie tournent aussi rapidement sans être disloquées, il faut qu'elles contiennent une masse beaucoup plus importante. Pour expliquer ce paradoxe des galaxies qui tournent 10 fois trop vite par rapport à ce qu'elle devrait faire, c'est de supposer qu'un halo de matière invisible les entoure et leur évite la dislocation.

Ainsi, la matière noire serait présente dans les galaxies et elle aurait une masse suffisante pour que la vitesse de rotation demeure constante. Il y a donc forcément présence d'un élément gravitationnel, et les scientifiques en déduisent l'existence de la matière noire.



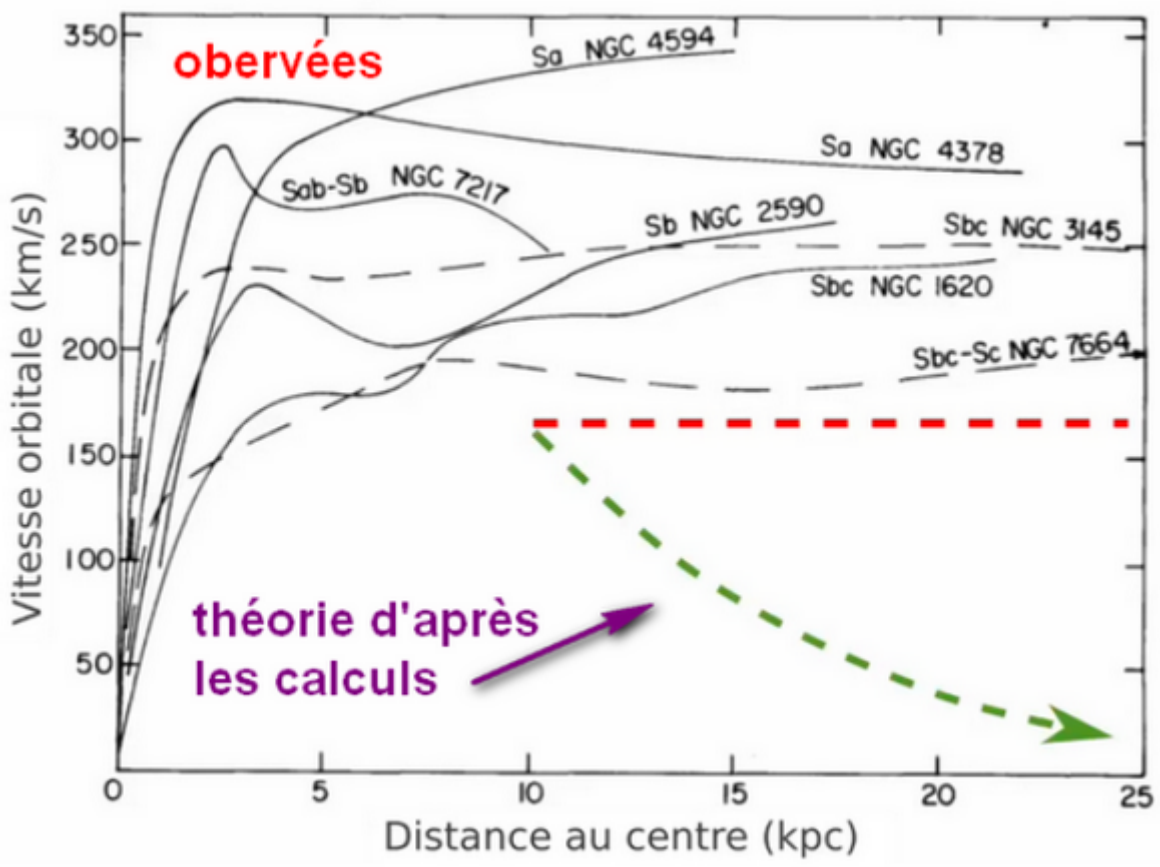
Vera Rubin a estimé qu'il y avait **10 fois plus de matière noire dans l'Univers que d'éléments lumineux**. Beaucoup de scientifiques ont observé des centaines de galaxies depuis, et elles sont toutes bâties sur le même modèle : elles tournent trop vite par rapport à ce qu'elles sont et elles ont besoin de matière noire pour rester intègre.

Alors, l'importance de cette matière noire et si développée, qu'ils ont estimé qu'il fallait s'y intéresser de près. Mais comment repérer dans l'espace un élément invisible ? On ne la voit pas, mais on sait qu'elle dévie la lumière qui la traverse. Ce phénomène s'appelle une « lentille gravitationnelle » ou un « mirage gravitationnel ».

Ainsi, en retraçant le chemin parcouru par la lumière, la lentille gravitationnelle va détecter de la matière noire concentrée dans les halos des galaxies. Cette technique de lentille gravitationnelle, actuellement la plus précise connue, permet non seulement de connaître la quantité exacte de matière noire, mais aussi la façon dont elle est répartie dans le ciel, puisque nous pouvons mesurer la distorsion des rayons lumineux qui la traversent.

Ton serviteur consacrera dans l’avenir un article sur ce que l’ont appelle une « lentille gravitationnelle » ou parfois appelée « lentille d’Einstein ».

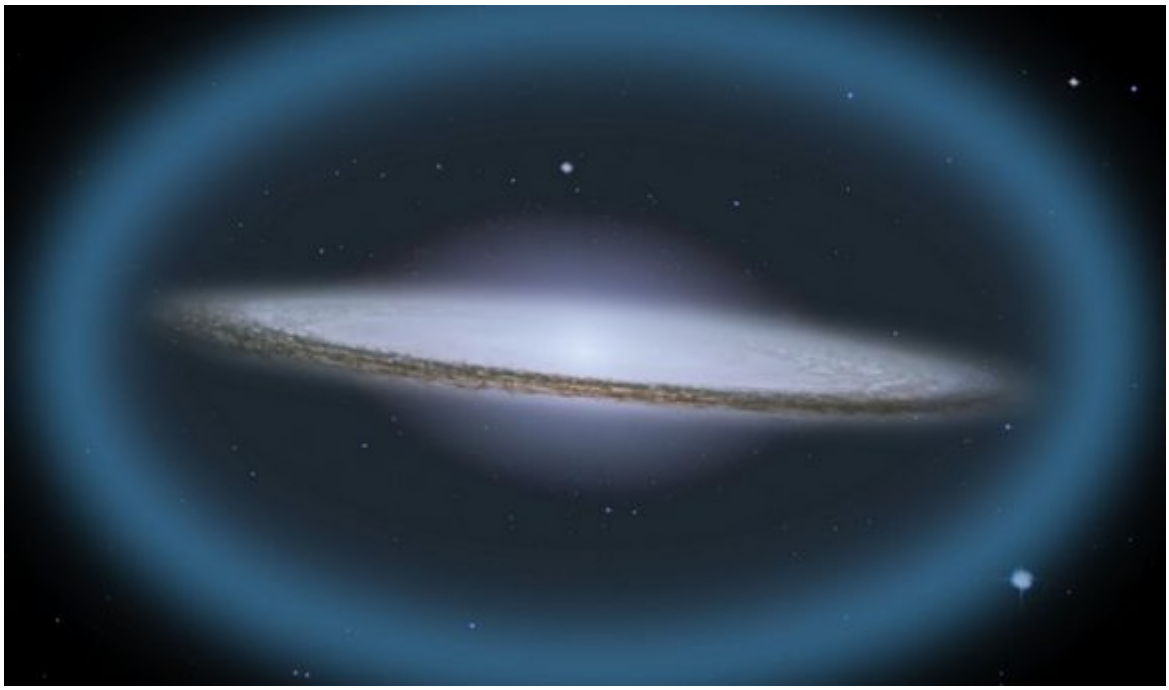
atière noi



Depuis Véra Robin, on a beaucoup affiné les cours de rotation des galaxies. On est même capable de le faire pour notre propre galaxie, la Voie lactée.

Ces courbes nous permettent de penser que la matière noire occupe les 4/5ème des galaxies et de plus nous permettre d’estimer comment cette matière noire est répartie dans les galaxies.

La forme des courbes de rotation nous apprend qu’en plus de la matière classique, comme les étoiles, le gaz, qui se répartissent généralement en un disque aplati existerait un immense halo sphérique de matière noire qui s’étendrait même au-delà de la zone de la matière lumineuse. Dans le schéma ci-dessous, la matière noire est représentée en bleu.



Bon, je pense que l’on peut arrêter là cette première partie (sur deux) consacrée à la matière noire. Nous verrons dans la deuxième et dernière partie de quoi est faite cette fameuse matière noire.

Bye, bye !

Professeur Têtenlair