Newsletter n°3 du Club Copernic
Janvier 2026

Un peu de cosmologie

Il m'a semblé nécessaire après l' exposé sur l'odyssée de l'univers , d'essayer s'apporter quelques précisions sur les théories en cours (ΛCDM, Mond et autres).

C'est un travail passionnant de recherche que j'ai essayé de résumer en quelques lignes , mais il ne faut pas hésiter à lire les sources décrites à la fin !

Bonne lecture !

1 Théorie ΛCDM ou modèle standard

Nous sommes en 1933 et un astronome Fred Zwicky commence à parler de matière noire, en observant les galaxies de l'amas du coma. Il constate que leur rotation est très rapide et trop rapide et la gravitation ne les retient pas : il y aurait quelque chose d'invisible qui retiendrait le tout.

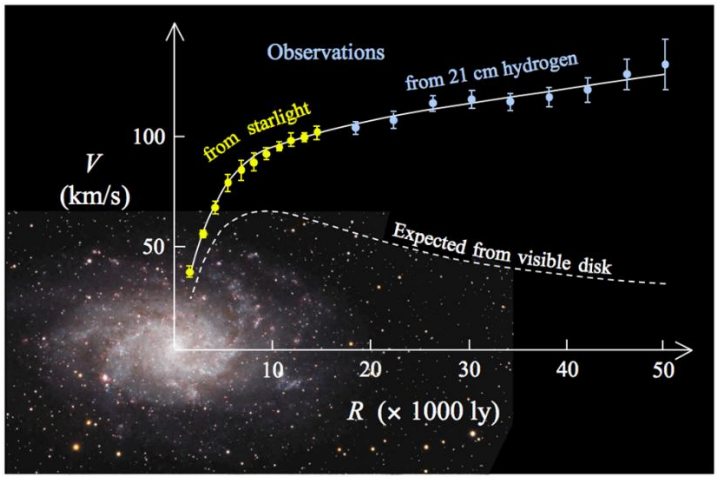
1970 : Vera Rubin constate que les Etoiles loin des centres de galaxies ont une vitesse trop élevée ce qui ne correspond pas aux **lois Képlériennes*** (plus l'astre est loin du centre plus la vitesse de rotation ralentit). Ce serait la matière noire qui expliquerait ce phénomène.

Cette matière invisible n'agit que sur la matière ordinaire (dite baryonique) cad les étoiles et les galaxies que par gravitation.

Cette théorie explique aussi les effets des lentilles gravitationnelles , les courbes de rotation des galaxies et la croissance de structures cosmiques

- **Lentilles gravitationnelles** : c'est lorsque un objet massif (étoile, galaxie ,amas, déforme l'espace temps ce qui dévie la trajectoire de la lumière d'un astre plus lointain.

- **Courbes de rotation des galaxies**



. Courbes de rotation d'une galaxie spirale typique : en bas la courbe prédite, en haut la courbe observée. La différence entre les deux courbes est attribuée à la matière noire

- **Croissances des structures cosmiques**
  Elle permettrait aux structures de croitre assez tôt bien avant que la matière ordinaire le puisse. Car la matière noire servirait de moule en attirant les gaz et servirait de squelette gravitationnel.

Associé à la constante cosmologique Lambda* cela constitue la théorie de l'expansion de l'univers ΛCDM

* Cette constante Λ avait été introduite par Einstein pour expliquer selon lui un univers statique, il s'était trompé et cette donnée a été abandonnée et reprise en 1998 pour justifier l'accélération de l'expansion. !

Cette théorie organise notre univers en 5% de matière baryonique(ordinaire)

25% de matière noire

70 d'énergie noire (sombre)

Cette énergie sombre provoquerait une pression négative s'opposant à la gravité, et serait responsable de l'expansion de l'univers .

L'énergie sombre pourrait ne pas être constante : De nouvelles données (notamment celles du projet DESI* en 2025) laissent entrevoir que l'« énergie sombre » – la force qui repousse l'univers – pourrait ne pas être constante, mais plutôt une force qui évolue avec le temps.

Cette théorie explique pas mal de choses et fonctionne plutôt bien .

Mais ces dernières années, ce modèle ΛCDM a montré des failles.

La tension liée à l'expansion : Il existe un désaccord profond et persistant quant à la vitesse d'expansion actuelle de l'Univers. La mesure du taux d'expansion dans l'Univers local, proche de nous, est diffèrent quand il est calculé avec le Modèle Standard, à partir des données de l'Univers

primordial : il est plus faible. Ces galaxies semblent trop grandes et trop matures pour s'être formées aussi rapidement que le suggère le Modèle Standard.

*Desi (dark energy spectroscopic instrument) : observatoire cosmologique pour cartographier l'univers afin de comprendre l'énergie noire. En Arizona

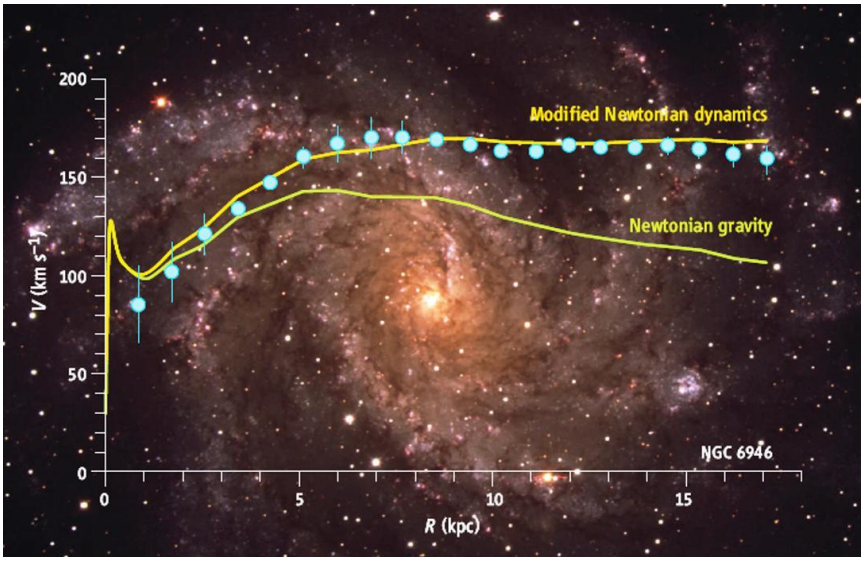
Dans cette hypothèse ou Λ ne serait pas constante, les données recueillies sembleraient indiquer une baisse , donc que l'expansion de l'univers ralentirait.et ce depuis 4.3 milliards d'années.

La mission Euclid apportera peut être des informations supplémentaires.

Les galaxies primordiales : le modèle standard peine à expliquer comment les structures ont pu se former si rapidement.

Autre faiblesse : Le modèle n'explique pas ce que sont la matière noire ni l'énergie sombre. Ce ne sont que des « paramètres » ajoutés aux équations pour les rendre valides.

2 Théorie de Mond : Modified Newtonian Dynamics(dynamique newtonienne modifiée)



On peut dresser la courbe de vitesse de rotation des étoiles et du gaz dans la galaxie spirale NGC 6946 en fonction de leur distance (en milliers de parsecs). La théorie Mond reproduit bien les observations courbe du haut, alors que la théorie de Newton échoue. Pour sauver Newton, il faut ajouter de la matière noire.

C'est ce qu'a commencé à expliquer dès le début des années 1980 le physicien

israélien Mordehai Milgrom, après avoir posé des questions simples :

Pourquoi postuler l'existence de particules jamais encore détectées ?

Pourquoi ne pas explorer la possibilité d'un changement des lois de la mécanique céleste quand les vitesses et les forces accélératrices gravitationnelles sont faibles justement en bordure des galaxies ?

Au lieu de diminuer avec le carré de la distance, l'attraction gravitationnelle diminue moins vite aux grandes distances, et alors étant plus fortes dans les régions externes des galaxies , elle retiendrait les étoiles.

Cette théorie expliquerait la formation de grosses galaxies rapidement au début de l'univers par augmentation de la gravité par rapport à l'expansion .

Mais car il y a un mais, avec les résultats de la mission Gaia sur l'étude de la voie lactée.

En effet la courbe de rotation telle que vue dans les schémas précédents diminuent un peu pour notre voie lactée : Les données de Gaia* révèlent une diminution de la vitesse de rotation après environ 15 kpc, ce qui diffère des courbes de rotation plates observées dans d'autres galaxies.

Un communiqué de l'Université de Toulouse affirme en effet clairement que « Contrairement aux courbes plates observées dans d'autres galaxies, la Voie lactée montre une décroissance ». Et c'est justement là que la théorie Mond ne fonctionne plus.

Les scientifiques ont comparé systématiquement les prédictions de différents modèles théoriques avec les données de Gaia. Ils en concluent : un modèle incluant de la matière noire parvient à reproduire fidèlement la diminution observée, tandis que la théorie Mond n'y parvient pas. Même en ajustant les paramètres du modèle Mond de manière extrême - en attribuant par exemple des masses irréalistes à certaines composantes galactiques - la théorie reste incompatible avec les observations.

Autres théories :

3 CFE : champ de fluide d'énergie

On a vu que peut-être l'énergie sombre ne serait pas constante et c'est l'idée d'un chercheur d'un institut indien : Muhammad Ghulam Khuwajah Khan :il reconsidère la nature même de l'espace. Au lieu de voir l'Univers comme un vide parfait où les objets glissent sans effort, il propose de l'envisager comme un fluide doté d'une « viscosité de volume ». comme de l'eau mélangée à du miel.

En considérant l'Univers comme un fluide visqueux, le ralentissement observé n'est plus une anomalie, mais une conséquence physique logique. L'énergie noire ne serait plus une simple

constante abstraite, mais une dynamique complexe influencée par ces vibrations du vide. Ce modèle offre une alternative qui évite d'avoir à inventer une « nouvelle physique » exotique ; il suffit d'appliquer la mécanique des fluides à la trame du cosmos.

La réponse sera peut être apportée grâce aux nouvelles données attendues de la mission DESI, mais surtout grâce au télescope spatial Euclid de l'Agence spatiale européenne !

Les connaissances évoluent et les scientifiques ne sont pas toujours d'accord sur ces différentes théories !

Il y aura une suite à n'en pas douter pour ce topo !

Sources

https://www.futura-sciences.com/sciences/actualites/astronomie-faut-il-vraiment-conserver-lois-newton-expliquer-galaxies-matiere-noire-partie-i-128103/

https://sciencepost.fr/lunivers-serait-en-realite-gluant-comme-du-miel-la-theorie-radicale-qui-vient-de-corriger-notre-vision-du-cosmos/

https://arxiv.org/abs/2512.00056

https://www.insu.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/la-courbe-de-rotation-de-la-voie-lactee-confirme-lexistence-de-la-matiere-noire

ciel et espace numéro 601 juin /juillet 2025

*Lois keplériennes :

1 : Chaque planète décrit une ellipse autour du Soleil qui occupe l'un des deux foyers
2 : le segment reliant une planète au soleil balaie des aires égales en des temps égaux
Plus simple : plus une planète est proche du soleil plus elle va vite, plus elle est loin plus elle va lentement ;
3 : Le carré de la période de révolution d'une planète est proportionnel au cube du demi-grand axe de l'orbite elliptique.
Plus simple : Plus une planète est loin du soleil, plus sa révolution est longue

*Gaia :

Lancé le 19 décembre 2013, le satellite Gaia a un objectif pour le moins ambitieux : cartographier une partie de notre galaxie.
Positionnée stratégiquement au point de Lagrange L2, Gaia a largement dépassé sa durée de vie initialement prévue de cinq ans, opérant finalement pendant plus d'une décennie. Même si les opérations de la sonde sont officiellement terminées, l'exploitation scientifique de ses précieuses données ne fait que commencer. Une nouvelle publication majeure est attendue dès 2026, tandis que les catalogues finaux seront publiés vers 2030. Ces données continueront d'alimenter les recherches astrophysiques pendant plusieurs décennies, contribuant à façonner les futures théories cosmologiques.

Quelques infos :

Des sites à aller visiter ,avec plein d'informations intéressantes et des vidéos

https://www.imcce.fr/
https://www.futura-sciences.com/sciences/espace/astronomie/

et une chaine You tube de Hugo lisoir :

https://www.youtube.com/channel/UCDC6DBi0kRp6Jk21xqfvFLA

et le site You tube de Anthony Salsi

https://www.youtube.com/@astronophilos

https://www.instagram.com/pulsar.si/

https://dashboard.pulsar-si.com/goto/KNuSQbIvg?orgId=1

Didier Lapie
Club Copernic