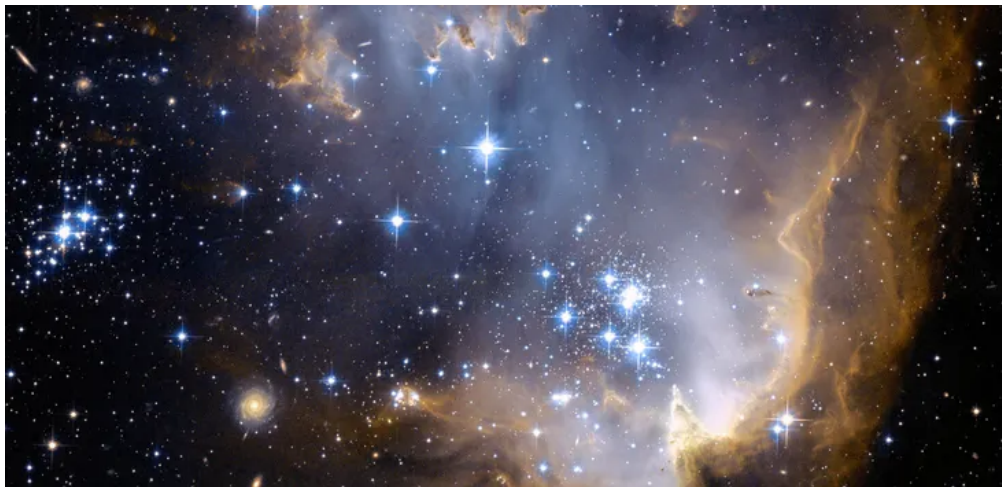


La matière noire en discussion

20-9-2023 Auteur : Víctor Estrada Díaz

Introduction

Depuis des temps immémoriaux, l'humanité observe avec admiration le vaste et infini ciel étoilé. La curiosité pour les objets célestes nous a amenés à développer des systèmes de coordonnées qui nous permettent de localiser avec précision les étoiles, planètes, galaxies et autres corps dans le ciel. Dans ce document, nous explorons les coordonnées célestes et la façon dont les astronomes mesurent les distances dans l'espace, un défi



monumental qui nous permet de mieux comprendre notre place dans l'univers.

Quinous pouvons avis?

Le ciel nous présente une diversité d'objets célestes, notamment des astéroïdes, des comètes, des planètes, des étoiles, des amas d'étoiles, des galaxies et des quasars. Cependant, la façon dont nous percevons ces objets varie en fonction de leur distance et de leur mouvement.

Les astéroïdes, comètes et planètes se distinguent par leur mouvement apparent dans le ciel dû à leur proximité. Alors que les astéroïdes et les comètes peuvent changer de position rapidement, les planètes se déplacent également, mais à un rythme plus lent que les étoiles d'arrière-plan.

Les étoiles, malgré leur apparente immobilité, présentent un léger déplacement dans le ciel à la fin de l'année en raison de la parallaxe stellaire, observable en comparant leur position à différentes périodes de l'année, bien que cela soit petit en raison de leur énorme distance, c'est suffisant pour calculer cela.

Les galaxies sont si éloignées que leur mouvement ne peut être distingué de l'arrière-plan. La parallaxe ne peut donc plus être utilisée, même pour plus loin à côté de nous qui est la galaxie de Andromède, sa distance présente un défi auquel

nous ne pouvons faire face que sous des hypothèses théoriques sur ce que nous pensons être la structure de l'univers.



Coordonnées stellaires

Eh bien, nous avons la situation dans le ciel d'une étoile ou d'une galaxie et nous savons à quel point plus loin Plus elle est éloignée, plus son mouvement apparent sera petit, donc l'ascension droite et la déclinaison des étoiles et des galaxies suffisent pour les localiser dans le ciel, mais nous devons savoir comment Quoi la distance où ils se trouvent.

A des distances de la galaxie on peut utiliser la parallaxe comme distance, à de plus grandes distances comme dans les autres galaxies la parallaxe ne fonctionne pas car l'objet sera dans la même position sur l'arrière-plan, on mesurera une parallaxe qui sera nulle à tous égards, on aura concevoir alors un moyen efficace de mesurer la distance et donc recourir à d'autres méthodes.

Comprendre le ciel, les coordonnées stellaires

Lorsque nous observons le ciel depuis le sol ou depuis un télescope spatial, nous devons déterminer avec précision l'objet, il est important de déposer cette information dans une bonne base de données et nous devons préparer des références précises pour identifier l'objet stellaire sans ambiguïté.

Pour ce faire, il faut établir les coordonnées du ciel

Les coordonnées normalisées pour observer le ciel sont des mesures angulaires.

Coordonnées célestes : marquer le ciel

Lorsqu'on observe le ciel depuis la Terre ou à travers des télescopes spatiaux, il est essentiel d'établir des coordonnées précises pour identifier sans ambiguïté les objets célestes. Ces coordonnées sont exprimées en mesures angulaires, ce qui signifie qu'elles ne sont pas soumises à des unités spécifiques, car elles représentent des angles de vision déterminés par notre situation sur Terre.

Ascension droite (AR): L'ascension droite est une mesure angulaire prise depuis l'équateur céleste pour localiser un objet perpendiculaire à ce plan. Cette coordonnée ressemble à la longitude sur Terre et est utilisée pour définir la position des objets dans le plan équatorial.

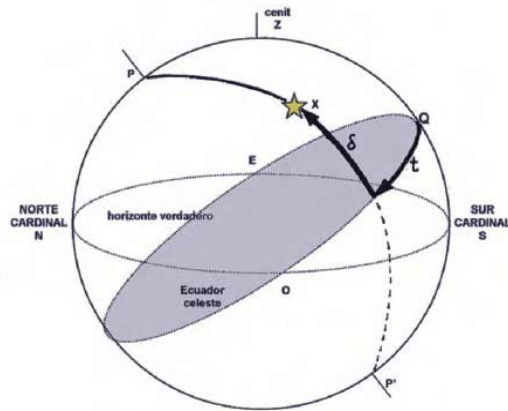
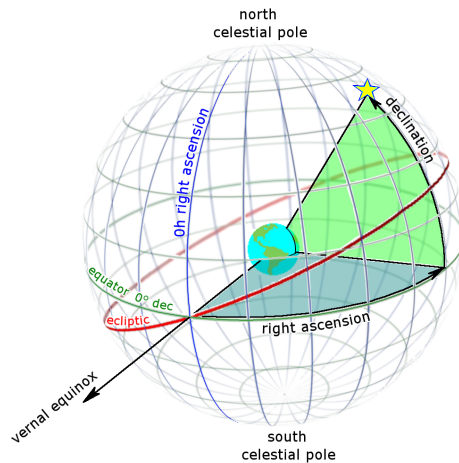
C'est la mesure prise à partir de l'équateur pour voir l'étoile ou la galaxie perpendiculairement à celle-ci, d'où le nom d'ascension droite.

Déclinaison (DEC): La déclinaison est une mesure angulaire à partir de l'équateur céleste dans le ciel. Détermine la hauteur d'un objet dans le ciel. Combinée à l'ascension droite, la déclinaison définit de manière unique la position dans le ciel des étoiles et des galaxies.

C'est la hauteur du ciel depuis l'équateur.

Ces mesures fixent l'emplacement dans le ciel d'une étoile ou d'une galaxie, elles ne renseignent pas sur la distance à laquelle on les trouve mais ils sont suffisants dans la plupart des cas pour les identifier dans le ciel.

- RA : Ascension droite, DEC : Déclinaison.

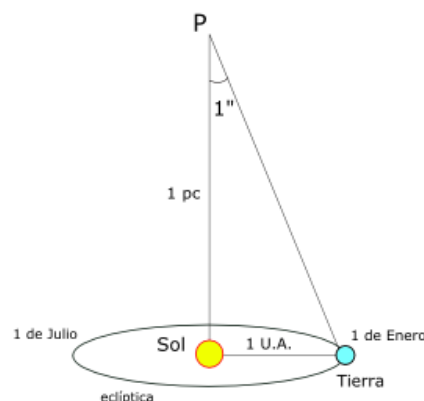
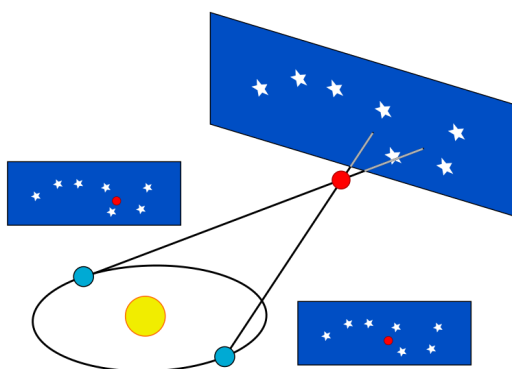


Que peut-on voir ?

Astéroïdes, comètes, planètes, étoiles, amas, galaxies, quasars.

Les trois premiers : les astéroïdes, les comètes et les planètes se distinguent clairement car lorsqu'ils sont proches, leur position dans le ciel change constamment, de la même manière que l'on voit une personne proche se déplacer par rapport à nous et, au contraire, on voit quelqu'un qui est très loin, comme un point toujours sur la même position apparente.

Les étoiles semblent toujours se trouver dans la même zone du ciel, mais si nous les observons à deux moments de l'année diamétralement opposés, grâce à la vue binoculaire fournie par la distance de nos observations lointaines, qui est l'orbite autour du Soleil, nous pourrions observer une certaine différence. Sur le fond beaucoup plus lointain, cette façon de mesurer est dite « parallaxe », c'est une mesure angulaire.



Mesurer la distance

Pour les étoiles de la galaxie, nous utilisons « parallaxe ».

Si les étoiles sont trop loin, nous ne pourrions pas faire la différence de position par rapport à l'arrière-plan, ce qui rend l'idée de parallaxe pour les étoiles cumulus des galaxies ou des quasars très éloignés n'est pas possible.

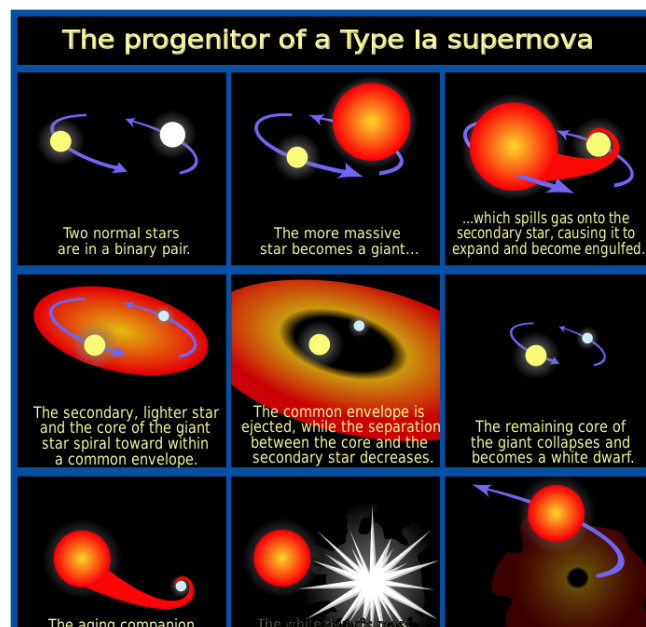
Pour les étoiles de notre galaxie, PARALLAX (parallaxe) est une mesure possible et valide, mais plus loin. Là ce n'est pas une mesure utilisable car la position de l'objet ne change pas au cours de l'année, cela donne donc une valeur angulaire de 0.

De toutes les méthodes de calcul des distances au niveau galactique où la parallaxe ne peut pas être utilisée, la plus loin utilisée, est celle de Z (redshift du spectre) mais cette méthode présente quelques inconvénients, malgré cela c'est la méthode plus loin utilisée dans les catalogues comme variable z pour quoi en outre des mesures angulaires RA (augmenter ligne droite) et DEC (déclinaison) sont des variables qui peuvent normalement être mesurées.

Comme alternative à la parallaxe pour des distances énormes, nous pouvons utiliser certaines méthodes :

1. **Méthode du chandelier standard (Céphéides et supernovae de type Ia) :** Les étoiles variables telles que les Céphéides et les supernovae de type Ia ont une relation bien connue entre leur luminosité intrinsèque et leur période de variation. En observant sa luminosité apparente depuis la Terre, les astronomes peuvent estimer sa distance.

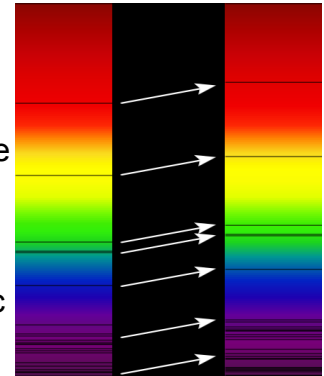
- Ces supernovae se produisent parce que, en consommant la masse d'une étoile compagne voisine, il arrive un moment où elles atteignent la masse critique pour devenir une étoile nova. L'important est que cette masse critique garantit que la nouvelle étoile nova ait des conditions de masse et de luminosité. ... standardisée, ce qui la rend très appropriée comme bougie standard pour mesurer les distances.
- [Supernova progénitrice IA - Supernova de type Ia - Encyclopédie SpeedyLook](#)



2. **Método de la Ley de Hubble-Lemaître:** L'expansion de l'univers, découverte par Lemaître en 1927 et proposée par Edwin Hubble a établi en 1929 une relation entre la vitesse de récession des galaxies et leur distance. En mesurant le redshift de la lumière émise par une galaxie, on peut estimer sa distance.

- [Loi de Hubble-Lemaître - Encyclopédie SpeedyLook](#)

- Avec la distance, on suppose, en raison de la croyance selon laquelle nous sommes dans un univers en expansion, que les galaxies lointaines ont un redshift de plus en plus grand. plus loin prononcé, ce redshift peut être déterminé par les raies spectrales d'hydrogène connues.
- Ils sont basés sur des modèles théoriques de l'expansion de l'univers, cela dépend donc du degré de précision avec lequel la mesure réelle du décalage observé s'adapte au modèle théorique.



3. **Lentilles gravitationnelles :** La gravité des objets massifs, tels que les amas de galaxies, peut déformer la lumière des objets situés derrière eux. Cela peut être utilisé pour estimer la distance jusqu'à la source de lumière déformée à l'aide de modèles de lentilles gravitationnelles.

4. **Diagramme couleur-magnitude :** Dans les amas d'étoiles ou les groupes de galaxies, les étoiles ou les galaxies peuvent être reliées de telle sorte que leur luminosité apparente et leur couleur relative soient corrélées. Cela peut être utilisé pour estimer leurs distances.

5. **La loi de Stefan-Boltzmann :** La luminosité d'un objet est proportionnelle à sa température élevée à la puissance quatre. En mesurant la luminosité et la température des objets célestes (comme les étoiles), leur distance peut être estimée.

6. **Modèles d'évolution stellaire :** En étudiant l'évolution des étoiles et les caractéristiques intrinsèques des étoiles, telles que leur masse, leur température et leur luminosité, les astronomes peuvent estimer les distances jusqu'aux étoiles et aux amas d'étoiles.

7. **Méthode de vitesse radiale :** En mesurant le décalage Doppler des raies spectrales de la lumière émise par une source, telle qu'une galaxie, sa vitesse radiale peut être déterminée. Si la vitesse radiale et la vitesse orbitale sont connues, la distance peut être estimée.

8. **Estimations géométriques indirectes :** Dans certains cas, des observations géométriques indirectes, telles que la relation entre la taille apparente d'un objet et sa distance, peuvent être utilisées pour estimer les distances.

9. **Méthodes basées sur les effets relativistes** : Dans les systèmes astrophysiques extrêmes, tels que les pulsars binaires ou les trous noirs, les effets relativistes sur l'orbite peuvent fournir des informations sur les masses et les distances.

10. **Observations de supernovae lointaines** : Les supernovae lointaines, telles que les supernovae de type Ia, peuvent être utilisées comme balises cosmiques pour mesurer les distances dans l'univers lointain par la relation entre leur luminosité intrinsèque et leur luminosité apparente.

Ces méthodes et techniques permettent aux astronomes d'estimer les distances dans l'univers même lorsque la méthode de parallaxe n'est pas applicable en raison de limitations d'observation. Chacune de ces approches est utilisée en fonction de la situation et de l'échelle de distance à mesurer.

Mais cela présente quelques inconvénients :

Chacune des méthodes mentionnées pour mesurer les distances dans l'espace présente ses propres inconvénients et limites.

Voici une liste de certains des inconvénients associés à chaque méthode :

1. **Méthode du chandelier standard (Céphéides et supernovae de type Ia) :**

Cela nécessite l'identification d'étoiles variables spécifiques ou de supernovae dans le champ observé.

Un calibrage précis de ces relations nécessite des observations détaillées et peut être difficile pour des objets très éloignés.

2. **Méthode de la Loi de Hubble-Lemaître :**

Cela dépend de mesures précises du redshift, ce qui peut être difficile pour des objets très éloignés ou pour de petits redshifts.

La relation linéaire est une approximation simplifiée et n'est pas précise à toutes les échelles cosmiques.

3. **Lentilles gravitationnelles :**

Cela dépend de la présence d'objets massifs faisant office de lentilles, qui ne sont pas toujours disponibles.

Cela nécessite une modélisation complexe et peut être sensible à la distribution de masse sous-jacente.

4. **Diagramme couleur-magnitude :**

Elle n'est pas applicable à toutes les situations et dépend de la disponibilité de données de haute qualité.

La présence de poussière interstellaire peut affecter les mesures de couleur et de luminosité.

5. **La loi de Stefan-Boltzmann :**

Cela nécessite des mesures précises de luminosité et de température, qui peuvent être difficiles à obtenir pour des objets éloignés.

La poussière interstellaire peut également affecter les mesures de luminosité.

6. Modèles d'évolution stellaire :

Cela nécessite des informations précises sur les propriétés intrinsèques des étoiles, telles que leur masse et leur composition, qui peuvent être difficiles à déterminer.

7. Méthode de vitesse radiale :

Cela dépend de mesures précises du décalage Doppler, qui peut être affecté par des effets non gravitationnels.

Nécessite une connaissance de la vitesse orbitale, qui peut être incertaine dans certains cas.

8. Estimations géométriques indirectes :

La précision des estimations géométriques dépend de la qualité des observations et de la géométrie spécifique du système considéré.

Cela n'est peut-être pas applicable à des échelles cosmiques extrêmement grandes.

9. Méthodes basées sur les effets relativistes :

Ils nécessitent des observations très précises de systèmes extrêmes et peuvent être difficiles à obtenir.

L'interprétation des effets relativistes peut être compliquée.

10. Observations de supernovae lointaines :

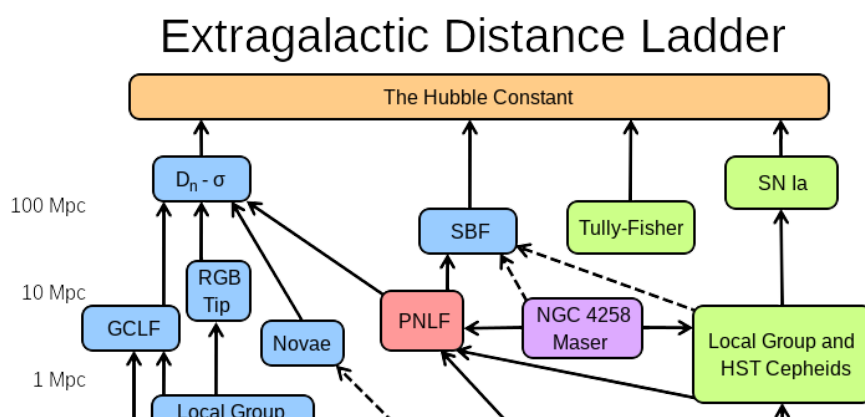
Cela nécessite l'identification de supernovae spécifiques et des mesures précises de leur luminosité.

Il peut y avoir des incertitudes quant à la nature de la supernova et à son extinction due à la poussière.

Problèmes avec les mesures de distance en dehors de notre galaxie

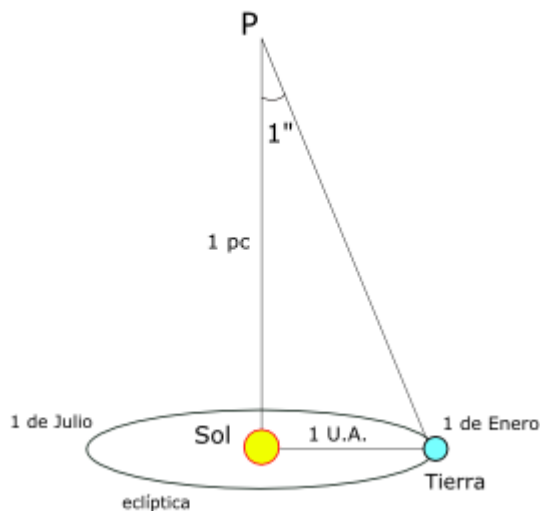
Ces méthodes de mesure des distances les rendent fortement dépendantes des modèles de l'univers et de notre idée de la courbure qu'il peut avoir ; elles ne peuvent pas nous donner une mesure précise de la distance. Par exemple, si on utilise le redshift comme distance on rassemble les mêmes concepts et cela donne naissance à deux variables qui ne sont pas indépendantes, mais l'une définit l'autre, cela nous conditionne grandement à savoir comme nous pouvons déterminer les distances par redshift.

On voit ici la complexité des méthodes utilisées pour calculer les distances.



Unités galactiques

Pour mesurer les distances, nous utilisons :



L'unité astronomique UA

- Votre unité est la distance du Soleil à la Terre

L'année lumière

- Son unité est la distance parcourue par la lumière dans le vide après un an.

Le parsec et le Kpc

- Ils sont L'unité est la distance à laquelle se trouverait une étoile ou un objet stellaire ayant une parallaxe avec une mesure angulaire d'une seconde.

Combien coûte 1 UA en km ?

- L'Union Astronomique Internationale définit 1 ua comme une longueur égale à exactement 149 597 870 700 mètres. Comme on peut le voir, 1 UA équivaut à environ **150 millions de kilomètres**, quelque chose d'un peu inférieur à la distance Soleil-Terre.

Combien de kilomètres équivalent à une année-lumière ?

- Sa valeur peut être trouvée en multipliant la vitesse de la lumière dans le vide ($c = 299\,792\,458 \text{ km/s}$) pendant 365,25 jours (durée d'un an) et pendant 86 400 (secondes par jour). Si cette définition de l'année est utilisée, le résultat est 9 460 730 472 581 kilomètres.

Quelle est la distance d'un parsec ?

- Équivalent à 3,26 années-lumière
- Unité de mesure de distance équivalente à environ **3,26 années-lumière**, le $3,086 \times 10^{16}$ mètres. Un parsec (ou parsec) est défini comme la distance à partir de laquelle le système solaire devrait être observé pour que l'orbite de la Terre puisse être vue au loin sous la forme d'un angle d'une seconde d'arc.
- Le kpc est de 1000 parsec
- La distance de l'étoile la plus proche du soleil (Proxima Centauri) est à une parallaxe de 0,76 seconde d'arc. Par conséquent, il se trouve à 1,32 parsec, ou **4,29 années-lumière**, il fait partie du système triple étoile Alpha Centauri.

Comment déterminer le mouvement d'une étoile ?

Ceci n'est possible que dans la galaxie, les objets plus loin les objets distants ne montreront pas de mouvement apparent, le calcul de leur vitesse ne peut donc pas être déterminé par le changement des coordonnées RA et DEC

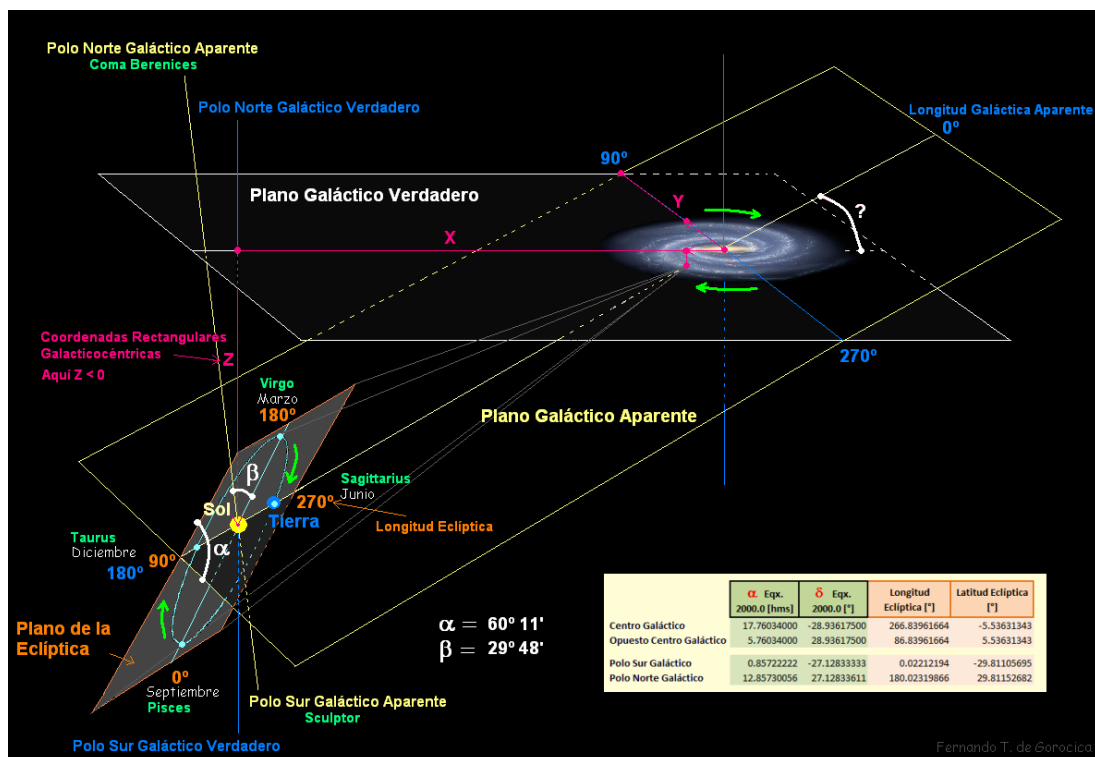
La vitesse et la direction d'une étoile peuvent être déterminées par son mouvement apparent. Si nous pouvons voir que sa position observée dans le ciel change au fil du temps à partir de ces changements de coordonnées, nous pouvons en déduire sa vitesse et sa direction.

Pour ce faire, on peut utiliser les valeurs observées de son mouvement apparent dans le sens de la montée droite et du mouvement dans le sens de la déclinaison. Ces deux valeurs, étant angulaires, n'ont d'autres unités que la mesure de l'angle que l'on observe. , c'est pourquoi ils le sont. Ils appellent généralement MRA pour le mouvement apparent en ascendance de soustraction et MDEC pour le mouvement en déclinaison.

Le mouvement dans l'autre direction qui nous manque, en parallaxe, la direction vers nous ne peut pas être prise directement mais peut être calculée, par d'autres méthodes telles que le redshift cyclique au fil de l'année. Dans certains catalogues de bases de données, les données d'observations sont connues sous le nom de vitesse radiale. .

Références visuelles dans la galaxie

Cette image de Fernando de Gorocica peut nous donner une idée des références visuelles des étoiles de la galaxie.



TROIS AVIONS:

1°) Le plan du **Écliptique** ou plan de l'orbite terrestre, il passe par le centre de la Terre et le centre du Soleil, il est incliné de $23^{\circ} 47'$ par rapport à l'équateur céleste. Le point du Bélier (aujourd'hui Poissons) est à l'origine du Système de coordonnées Écliptiques géocentriques, c'est-à-dire la longitude et la latitude de l'écliptique.

2°) Le plan libellé **Galactique apparent**, va du centre du Soleil au centre de la Galaxie. Le système de coordonnées galactiques apparent est utilisé, simplement appelé aujourd'hui coordonnées galactiques, avec sa longitude et sa latitude galactiques.

3°) Il appelé avion **Vrai Galactique** qui traverse l'équateur galactique centré dans le renflement galactique, origine du système de coordonnées rectangulaires Galactique-XYZ centré.

L'angle ou l'inclinaison entre le plan Galactique Apparent et le plan Galactique Vrai n'est pas encore défini (? en blanc). C'est pourquoi notre étoile, le Soleil, peut avoir une valeur Z positive ou négative, selon le côté du plan Vrai Galactique où elle se trouve.

Voir: [Coordonnées galactiques apparentes](#).

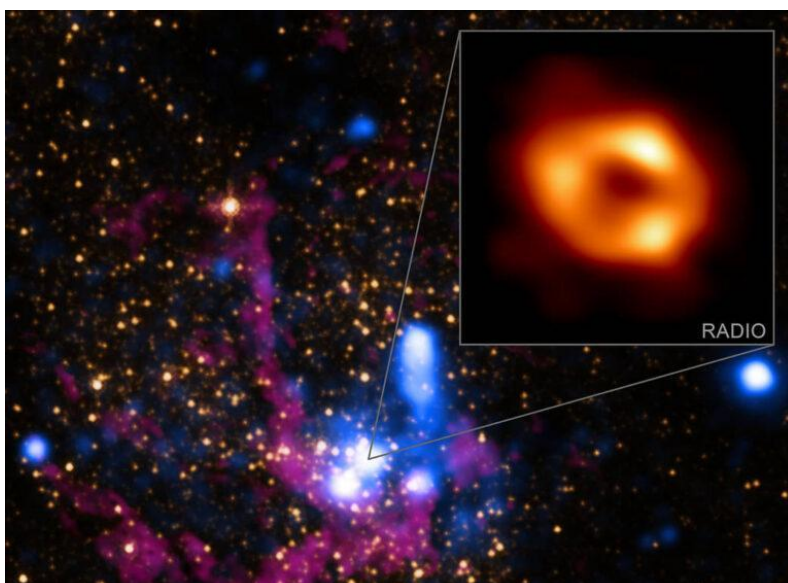
Date 30 avril 2014, 08:40:12

Source Le propre travail de Fernando Gorocica
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Plano_Gal%C3%A1ctico_y_la_Ecl%C3%ADptica.png

Auteur [Fernando de Gorocica](#)

Coordonnées galactiques

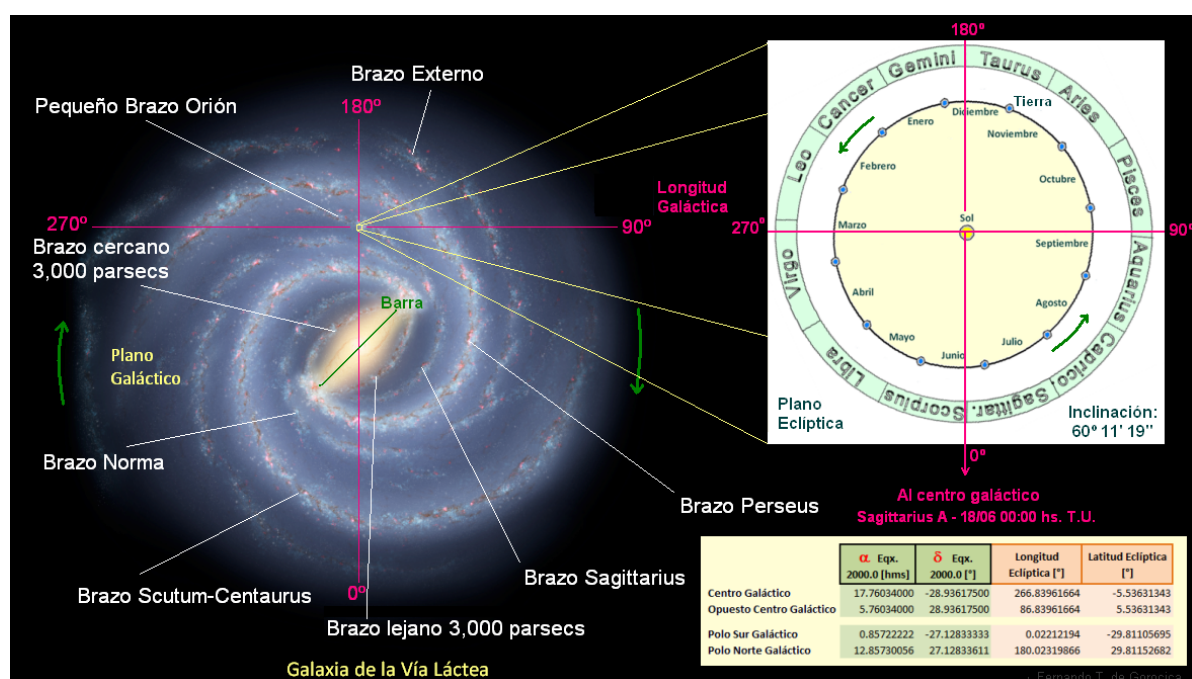
Les valeurs RA, DEC et PARALLAX mentionnées ci-dessus, étant des valeurs d'observation angulaire utilisées directement, ne nous aident pas à étudier le mouvement des étoiles dans la galaxie, c'est pourquoi nous avons besoin d'un système de coordonnées cartésiennes X et Z, fixes au centre galactique.



Point $(x,y,z) = (0,0,0)$ Situé en Sagittaire A où EHT a réussi à utiliser un ensemble d'antennes à travers le monde pour former, par interférométrie, un radiotélescope de la taille de la

Terre en synchronisant les antennes.

a de Internacional de Event
escope (EHT)



La Voie Lactée est une galaxie de type SBbc, une spirale barrée aux bras modérément ouverts. Ici vous pouvez voir les bras plus loin importants et le système solaire est situé dans un système plus petit appelé Orion qui contient les étoiles de ladite constellation. Également dans le graphique de droite, on peut déterminer quoi la constellation zodiacale est observée tout au long de l'année ainsi que quel bras du disque ou bord de la galaxie, ceci à minuit.

Par exemple, lorsque la Terre est sur son orbite autour du Soleil et au mois de juin (18/06) à minuit on peut voir une nébulosité blanchâtre plus pertinente et dans la constellation du Sagittaire, c'est alors le renflement ou centre galactique et cette bande s'étend du sud géographique au nord.

Lorsque la Terre est au mois de décembre, une couverture nuageuse avec une luminosité plus faible par rapport à juin sera observée à minuit et correspond aux étoiles qui composent le disque ou la bande de la Voie Lactée et la direction d'observation est vers les bras extérieurs. De là où se trouvent les constellations des Gémeaux et du Cancer, puis l'espace intergalactique.

Voir: [Plan Galactique et Écliptique](#)

Date 30 avril 2014, 08:40:32

Le propre travail de Fernando Gorocica

Source https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Coordenadas_Gal%C3%A1cticas_Aparentes.png

Auteur [Fernando de Gorocica](#)

Un lieu d'observation privilégié

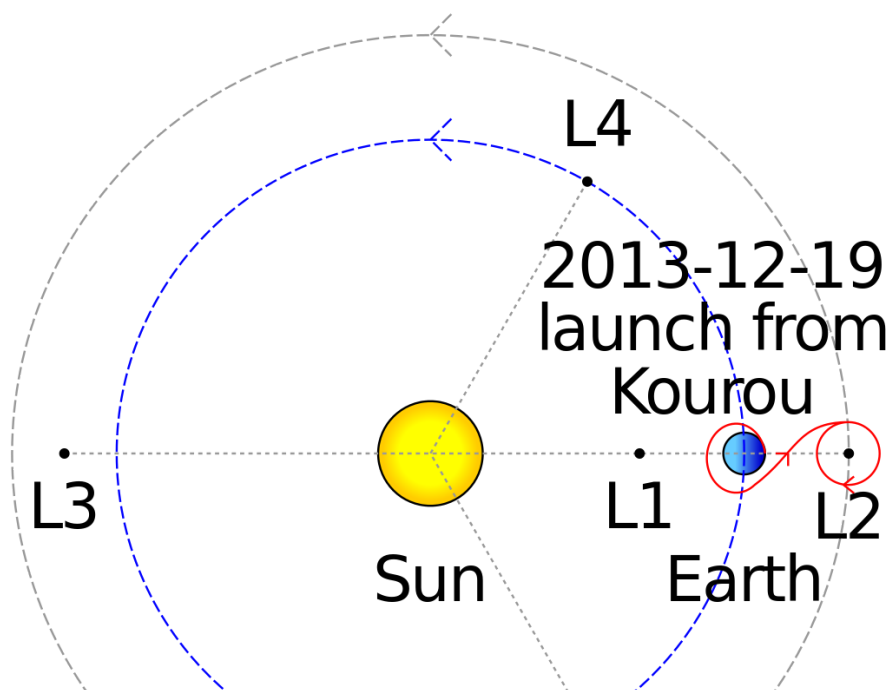
Dans le but d'obtenir des données sur les étoiles de la galaxie, l'Agence spatiale européenne ou ESA, une organisation de l'Union européenne, a créé le projet GAIA.

La mission spatiale Gaia a été lancée le 19 décembre 2013 depuis le Centre spatial de Kourou en Guyane française vers le deuxième point de Lagrange (L2) du système Soleil-Terre. Gaia a été établie sur une orbite autour du point L2 de la Terre, situé à environ 1,5 million de kilomètres (environ 930 000 millions de kilomètres).

Gaia a été conçue pour réaliser un ambitieux projet de cartographie stellaire, qui impliquait l'observation de la position, du mouvement et des caractéristiques de plus d'un milliard d'étoiles dans notre galaxie, la Voie Lactée. S'installer au point L2 a permis à Gaia d'avoir une vue ininterrompue du ciel sans interférence de la lumière du soleil, de la lune et de l'atmosphère terrestre, permettant ainsi des mesures extrêmement précises des étoiles.

Depuis son lancement, Gaia collecte des données astronomiques et fournit uneBeaucoup d'informations précieux pour l'astronomie, contribuant à améliorer notre compréhension de la structure et de l'évolution de la Voie lactée et de la répartition des étoiles dans notre galaxie.

L'important dans ce projet est que toute personne ayant des connaissances en programmation et un intérêt pour la recherche puisse avoir accès à ses données publiques, ce qui offre une aide exceptionnelle à la science.





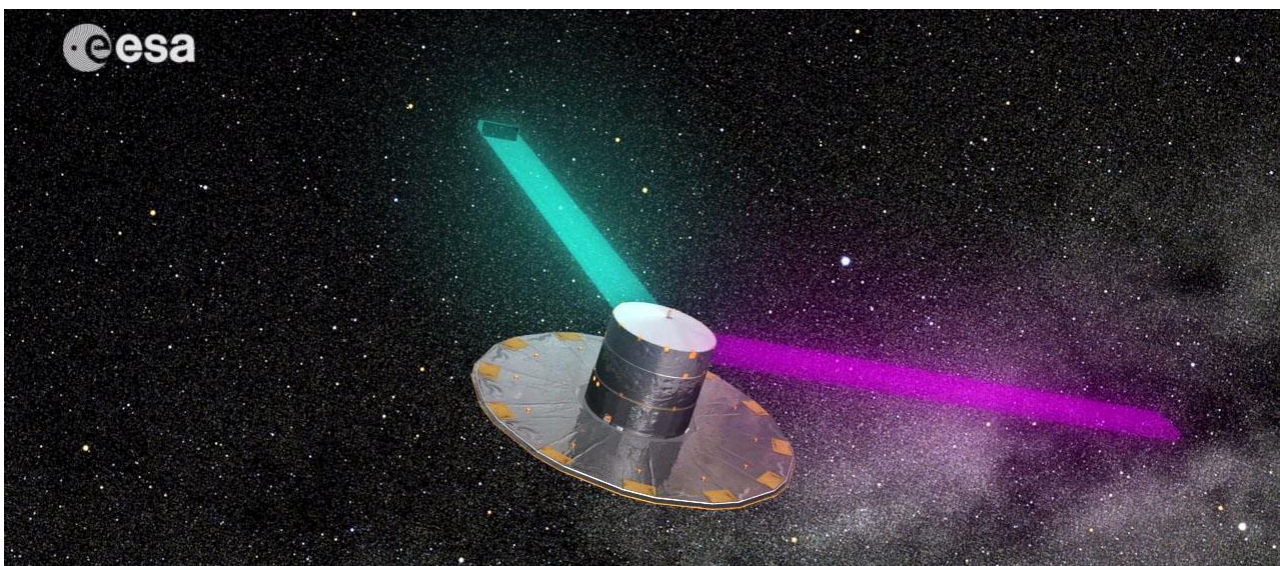
Le satellite collecte des données de position, de mouvement et autres sur les objets de notre galaxie afin de générer une cartographie telle que plus loin complet possible.

Les photos sont la propriété de l'ESA, partagées sous licence par-sa.

Pour consulter cette licence, veuillez

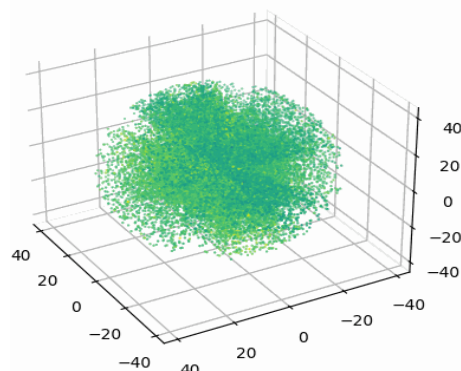
visiter : <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>

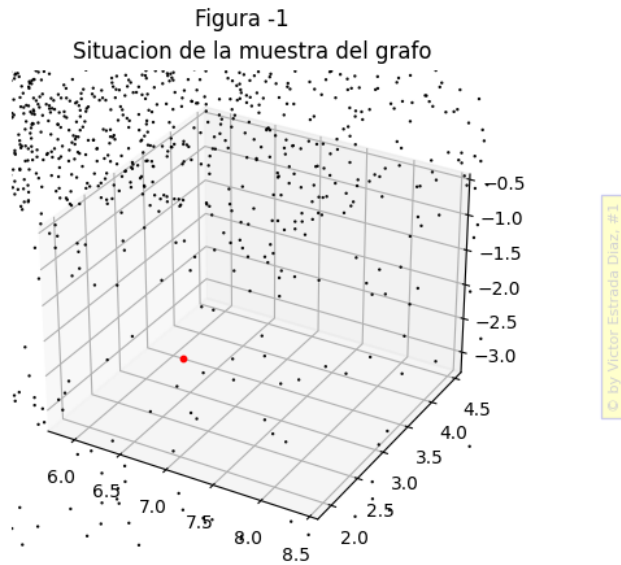
Toute question concernant l'utilisation de ces images du contact de l'ESA : spaceimages@esa.int



Ce projet scientifique ouvert exceptionnel m'a permis de réaliser ce travail sur les mouvements stellaires qui me font découvrir des concepts intéressants et nouveaux. Les chiffres ci-dessus sont le résultat de ma requête sur la base de données GAIA. Le premier est un échantillon dans un rayon de 40 kiloparsecs, à environ 130 mille années-lumière du centre de la galaxie, nous sommes à environ 8,3 kiloparsecs (kpc) à environ 27 mille années-lumière du centre galactique.

Estrellas de la muestra: 11380152





La figure ci-dessous montre le Soleil et ses compagnons voisins dans son environnement, le Soleil est marqué en rouge.

Où sommes-nous?

La situation du Soleil dans la galaxie et donc celle du système solaire est :

$x_0 = 8,3 \text{ \# kpc}$

$y_0 = 0 \text{ \# kpc}$

$z_0 = 0,027 \text{ \# kpc}$

KPC est présent kiloparsec

Cette situation correspond à environ 27 mille années-lumière du centre galactique et à environ 88 années-lumière au-dessus du plan galactique, la coordonnée y est fixée dans la direction du Soleil vers le centre, c'est pourquoi elle vaut 0.

Y : La coordonnée y est fixée à zéro dans la direction allant du soleil vers le centre galactique, elle est radiale par rapport au mouvement circulaire du soleil dans la galaxie.

X : La coordonnée x est définie perpendiculairement à la coordonnée Y du centre galactique

Z : cette coordonnée est fixée sur l'axe de rotation de la galaxie.

Les lignes des plans X et Y qui passent par le centre galactique sont dans des plans orthogonaux (90°) et coïncident avec le plan galactique.

Importance de la vitesse stellaire

En astronomie, nous utilisons des mesures angulaires, telles que la parallaxe (PARALLAX), pour déterminer les distances, et les coordonnées célestes, telles que l'ascension droite (RA) et la déclinaison (DEC), pour localiser des objets dans le ciel. Ces mesures fournissent des informations sur la position des étoiles par rapport à la perspective de notre Terre.

Lorsqu'on veut connaître la vitesse d'une étoile, on observe les variations de ses coordonnées RA et DEC tout au long de l'année. Cela nous donne des mesures de leur mouvement angulaire relatif, appelé mouvement relatif par rapport à l'ascension droite (MRA) et mouvement relatif par rapport à la déclinaison (MDEC).

Cependant, il est important de noter que ces mesures nous fournissent uniquement des informations sur le mouvement apparent de l'étoile dans le ciel, mais ne nous disent rien sur son mouvement dans notre champ de vision ni sur la parallaxe. Généralement, la valeur du mouvement dans la direction de parallaxe est proche de zéro ou très petite.

Dans certains cas, en raison du redshift et d'autres facteurs, le projet Gaia et d'autres observatoires peuvent calculer et fournir cette vitesse, qui est supposée nulle par défaut. Cette vitesse est calculée selon le concept de vitesse radiale, qui est la composante de la vitesse d'une étoile dans le champ de vision de l'observateur, c'est-à-dire vers ou loin de nous.

Ces informations sont essentielles pour bien comprendre le mouvement des étoiles dans l'espace et leurs relations avec notre système solaire et la Voie lactée dans son ensemble.

Ainsi, un mouvement du soleil par rapport au centre galactique est observé aux coordonnées que nous avons fixées :

$$v_{x0} = -11,1 \text{ km/s}$$

$$v_{y0} = 232,24 \text{ km/s}$$

$$v_{z0} = 7,25 \text{ km/s}$$

Et maintenant, qu'en est-il des vitesses que nous observons ?

Ce sont des vitesses apparentes, des vitesses de notre point de vue, mais comme nous avons vu le Soleil et donc tout le système solaire se déplacer avec lui, donc la vitesse réelle des étoiles n'est pas celle que nous observons dans MRA MDEC et Vitesse radiale puisque nous les mesurons. . à partir d'un objet qui bouge aussi comme le soleil et avec lui, le système solaire.

La vitesse réelle est le résultat de la composition des deux vecteurs vitesse.

Toute étude doit être réalisée en tenant compte de cela.

Vitesse réelle d'une étoile

La « vitesse galactique » ou « vitesse GSM » fait référence à la vitesse réelle d'une étoile par rapport au centre de la Voie Lactée. Pour le calculer, une composition vectorielle est constituée de la vitesse du mouvement propre de l'étoile (MRA et MDEC) et de la vitesse du Soleil dans la galaxie.

La vitesse du Soleil dans la galaxie est connue sous le nom de « vitesse galactique du Soleil » ou « vitesse particulière du Soleil ». Cette vitesse est due à l'orbite du Soleil autour du centre galactique et peut être d'environ 232,24 kilomètres par seconde (km/s).

La vitesse galactique est calculée par vecteur additionnant la vitesse propre de l'étoile et la vitesse particulière du Soleil. Cette information est essentielle pour comprendre le mouvement et la dynamique des étoiles dans la Voie Lactée, en particulier lors de l'étude des mouvements stellaires à l'échelle galactique.

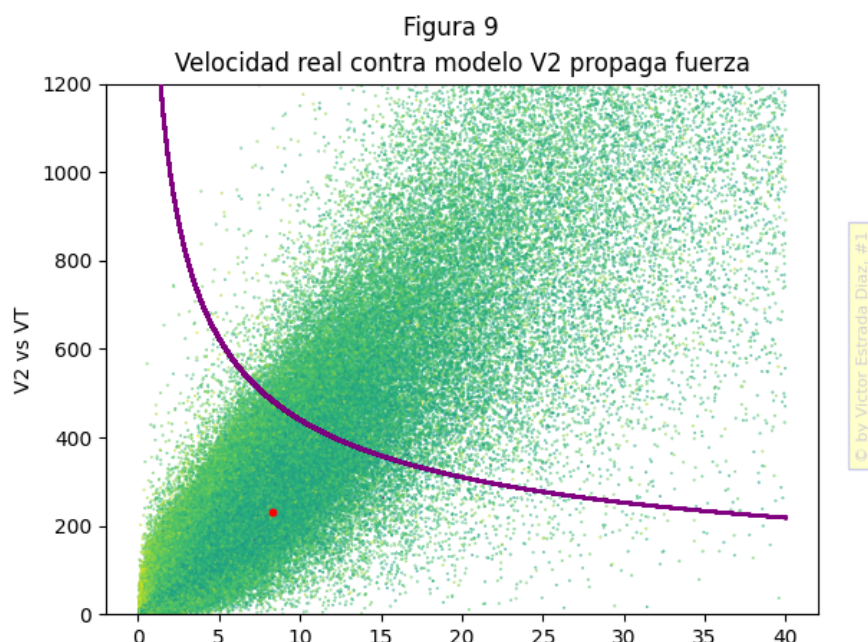
Mouvement apparent des étoiles

A noter qu'il s'agit de données réelles que j'ai obtenues en consultant directement la base de données GAIA via une requête dans la langue SQL. J'ai stocké les données sur mon ordinateur pour cette étude, tous les graphiques de mon travail ont une marque.

Ces valeurs sont des vitesses apparentes, c'est-à-dire que ce sont celles que le satellite GAIA observe directement, une tendance à la hausse peut être constatée mais ce ne sont pas des vitesses réelles puisqu'elles sont mesurées à partir du système solaire qui se déplace avec le Soleil, donc une composition est nécessaire entre la vitesse observée et celle du Soleil pour extraire la vitesse réelle des étoiles dans la galaxie.

La courbe mauve est la vitesse qui est calculée pour chaque étoile si l'on applique les lois de Newton. Étant une vitesse apparente, elle est conditionnée par la vitesse propre du Soleil.

Notez que le Soleil est marqué en rouge.



Vitesses réelles

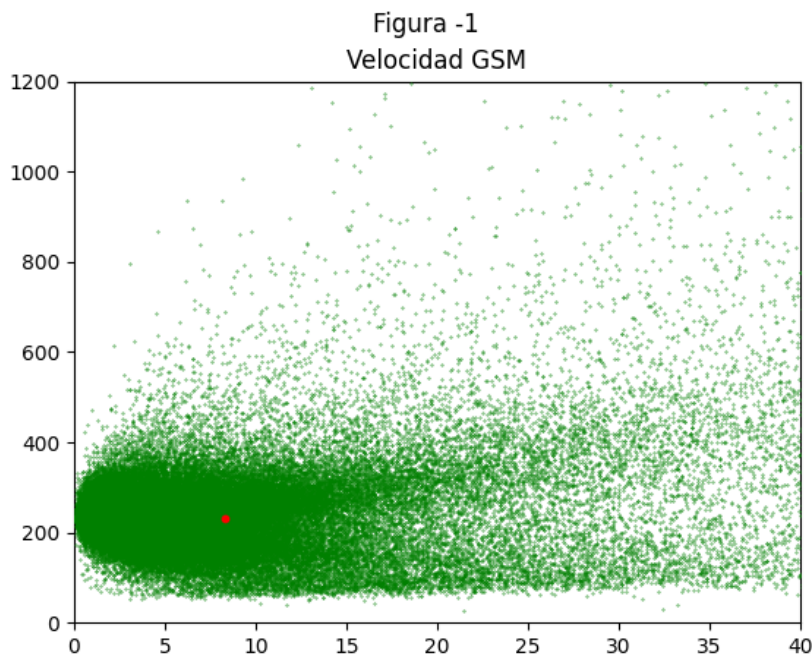
Attention : le terme GSM

- Dans ce travail, nous utiliserons l'acronyme GSM, il fait référence au 'Galactic Standard of Rest' (Galactic Standard of Rest en anglais).
- Ce système GSM nous permet d'étudier les vitesses des étoiles car ce que GSM signifie, c'est que nous devons convertir les valeurs de mouvement que nous observons, ce qui implique que nous les mesurons par rapport à un système en mouvement qui a sa propre vitesse. est celui dont dispose le système solaire dans la galaxie pour le fixer sur un système de coordonnées galactiques fixe.

Également connu sous le nom de GSM, ce système détermine les vitesses réelles des étoiles en transformant les vitesses apparentes par soustraction vectorielle de la vitesse réelle du Soleil.

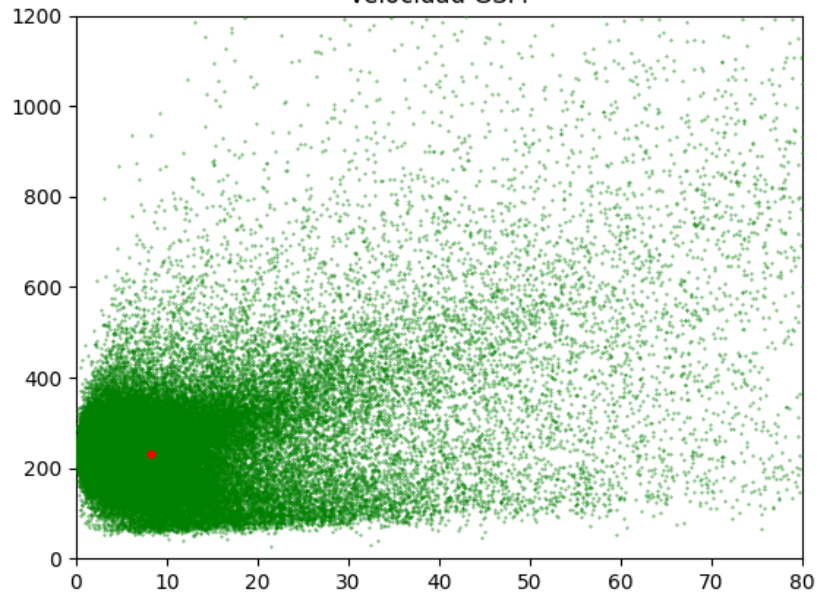
Notez alors qu'il s'agit des vitesses réelles car elles ne sont pas influencées par notre propre vitesse en tant qu'observateurs.

Cette simple transformation mathématique donnera une vue tout à fait précise des vitesses réelles de l'échantillon, qui ne sont pas un modèle de vitesse théorique mais des vitesses réelles.



Ici, la vitesse peut atteindre 40 kiloparsecs du centre galactique

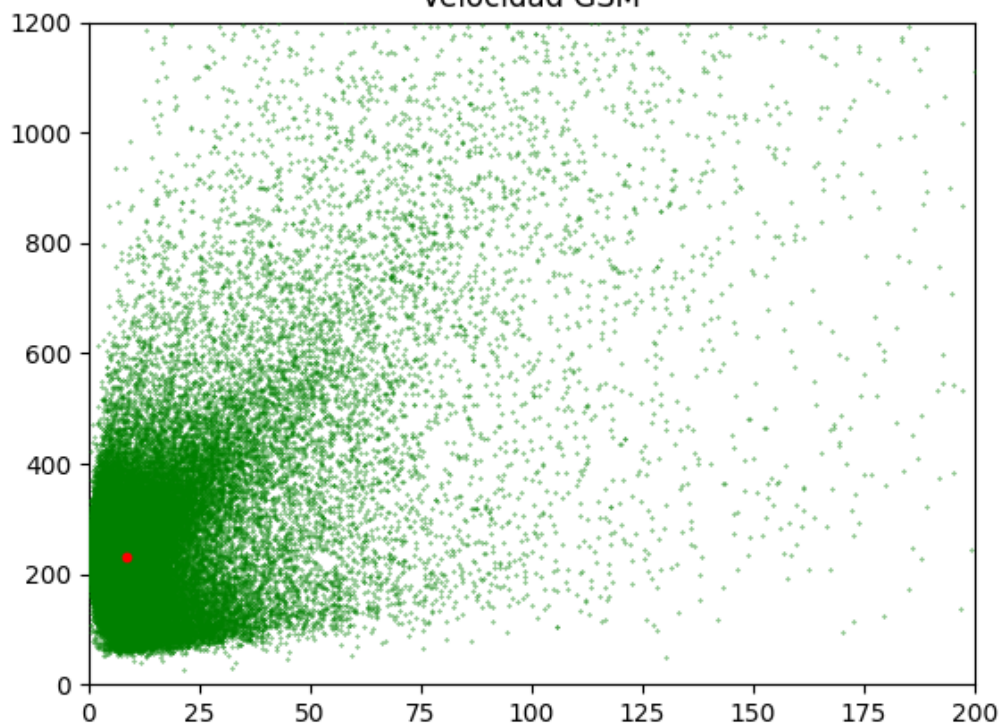
Figura -1
Velocidad GSM



Ici, la vitesse atteint 80 kiloparsecs du centre galactique.

Ici jusqu'à des distances de 400 kiloparsec du centre galactique.

Figura -1
Velocidad GSM



ET BIEN, Comment interpréter le mouvement des étoiles ?

Dans le vide, toute paire de points séparés par une distance maintiendra cette distance s'ils ne sont pas soumis à une force, ou ce qui est équivalent, ils seront soumis à une accélération proportionnelle à leur masse.

Un objet maintiendra sa vitesse dans le vide ou son élan s'il n'est pas soumis à une force.

Il existe 4 forces connues dans la nature mais seule la gravité, qui est la plus faible d'entre elles, est significative aux distances astronomiques.

force faible

une force puissante

force électromagnétique

La gravité

Le mouvement des étoiles et la dynamique des objets dans l'univers sont régis principalement par les lois de la physique, en particulier par la loi de la gravité selon la théorie de la relativité d'Einstein. Voici quelques considérations clés sur la façon d'interpréter le mouvement des étoiles :

1. **Loi de la gravitation universelle:** La loi de la gravitation universelle stipule que tout objet ayant une masse exerce une force gravitationnelle sur d'autres objets ayant une masse. Cette force dépend de la masse des objets et de la distance qui les sépare. Dans le contexte des étoiles, cette loi explique comment les étoiles interagissent gravitationnellement entre elles.
2. **Mouvement orbital:** Les étoiles des systèmes stellaires (tels que les systèmes binaires ou les systèmes planétaires) se déplacent sur des orbites autour d'un centre de masse commun en raison de l'influence de la gravité. Ce mouvement est régi par les lois de Kepler, qui décrivent comment les objets se déplacent dans l'espace sous l'influence de la gravité.
3. **Forces externes:** Les étoiles peuvent également subir des forces externes en plus de la gravité, telles que les forces exercées par les gaz et la poussière interstellaires, le rayonnement électromagnétique et d'autres facteurs. Ces forces peuvent affecter son mouvement et son évolution.
4. **Matière noire:** La matière noire est une forme hypothétique de matière qui, si elle existe (ce qui n'est pas encore prouvé), n'émet pas de lumière ni n'interagit directement avec le rayonnement électromagnétique, mais exerce une influence gravitationnelle significative. Son existence est postulée pour expliquer le mouvement observé des galaxies et la formation de structures à grande échelle dans l'univers. Même si Maintenant, ce concept est généralisé, Son origine était de trouver une explication au mouvement des étoiles dans la galaxie.
5. **Énergie noire:** L'énergie sombre est un autre composant mystérieux qui serait à l'origine d'une accélération de l'expansion de l'univers. Mais pas ils interagissent

gravitationnellement à petites distances, son effet aux échelles cosmologiques est supposé être important et est étudié pour comprendre sa nature.

6. **théories de la gravité modifiée et théorie des cordes:** Certaines théories physiques au-delà du Modèle Standard proposent des modifications des lois de la gravité ou une unification des forces fondamentales aux échelles cosmiques. Ces théories sont explorées comme explications possibles des phénomènes cosmiques sans recourir à la matière noire ou à l'énergie noire.
7. **Recherche active:** L'astronomie et la physique théorique continuent d'étudier activement le mouvement des étoiles et d'autres phénomènes cosmiques. La recherche de particules exotiques, la compréhension de la gravité à des échelles extrêmement grandes et petites et l'exploration de nouvelles théories sont des domaines de recherche scientifique en constante évolution.
8. **La théorie des cordes:** La théorie des cordes est un cadre théorique qui cherche à unifier la physique fondamentale en considérant que les particules élémentaires sont en réalité des cordes vibrantes dans des dimensions supplémentaires à l'espace-temps que nous connaissons. Bien que cette théorie soit très complexe et n'ait pas encore été démontrée expérimentalement, elle pourrait avoir des implications sur la gravité à l'échelle cosmique.

Bref, le mouvement des étoiles est principalement interprété à travers la loi de la gravité et les observations astronomiques. Cependant, l'existence de phénomènes tels que la matière noire et l'énergie noire suggère qu'il reste encore beaucoup à apprendre sur la nature fondamentale de l'univers et son influence sur le mouvement des étoiles. La poursuite des recherches est essentielle pour résoudre ces énigmes et faire progresser notre compréhension du cosmos.

Jusqu'à présent, il n'a pas été possible de trouver une particule pouvant justifier d'agir sur les étoiles pour leur donner de la vitesse ou de l'accélération autre que la force de gravité.

Les particules actuellement recherchées pour justifier l'expansion de l'univers, ou les vitesses stellaires observées au-delà de toute explication par Newton ou Einstein, incluent un nouveau type de neutrino appelé « neutrino stérile », une autre classe de particules appelées « axions », ou encore des trous noirs primordiaux, formés juste après le Big Bang. En plus de la matière noire, un type de nouvelle particule fondamentale que l'on ne comprend pas encore, elle représenterait 25 % de l'univers. Le troisième paramètre est la constante cosmologique, la mystérieuse énergie sombre qui est à l'origine de l'expansion accélérée de l'univers que l'on croit observer. Cela représenterait 70 % du budget total de matière et d'énergie de l'univers.

Mouvement selon Newton (Model_VN)

En tant qu'objets massifs, les étoiles sont soumises aux lois de la gravitation, on doit à Newton son calcul.

$$F = G \frac{M_1 M_2}{R^2}$$

F force gravitationnelle

M₁ repas principal

M₂ masse secondaire

R. distance

g Constante gravitationnelle newtonienne :

$$6.67430(15) \times 10^{-11} \text{ N} \times \text{mkg}^2$$

Avec une relative incertitude de $2,2 \times 10^{-5}$

Lorsque vous utilisez G, les unités doivent correspondre dans le calcul, les masses doivent être dans **kilogrammes** et les distances en mètres, pour calculer ces forces qui seront en **Unités Newtons**. Il faut convertir la masse des étoiles en son équivalent en Kg.

Une autre considération est la distance entre les masses des étoiles, cette distance ne se mesure évidemment pas en mètres.

Les calculs doivent donc respecter les unités que l'on peut mesurer.

Il faut donc travailler en cohérence avec les unités

Longueur $\Rightarrow$ kiloparsec $\Rightarrow$ années – lumière $\Rightarrow$ mètres

Poids $\Rightarrow$ masses solaires $\Rightarrow$ Kg

Les lois de Newton ont été utilisées pour la première fois pour calculer les vitesses planétaires au XVII^e siècle. Isaac Newton, dans son ouvrage « Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica » (communément appelé « Principia »), publié en 1687, a formulé ses trois lois du mouvement et la loi de la gravitation universelle. Ces lois constituaient une base théorique solide pour comprendre et calculer les mouvements des planètes et autres objets du système solaire.

La loi de la gravitation universelle de Newton stipule que chaque particule de l'univers attire toutes les autres particules avec une force gravitationnelle directement proportionnelle au produit de leurs masses et inversement proportionnelle au carré de la distance qui les sépare. Cette loi permettait aux scientifiques de calculer les orbites et les vitesses des planètes par rapport au Soleil.

L'un des premiers succès notables dans l'application des lois de Newton à l'astronomie fut le travail de Johannes Kepler, qui développa ses lois du mouvement planétaire au XVII^e siècle avant la publication des « Principia » de Newton. Kepler a formulé des lois empiriques qui décrivent les orbites planétaires, et ces lois ont ensuite été combinées avec les

lois de Newton pour fournir une compréhension plus complète des mouvements planétaires.

En bref, les lois de Newton ont été utilisées pour la première fois au XVIIe siècle, puis appliquées pour calculer les vitesses et les orbites des planètes, révolutionnant ainsi notre compréhension de la physique et de l'astronomie.

L'écart entre les prédictions basées sur les lois de Newton et les observations réelles de l'orbite de Mercure a constitué un problème majeur dans l'histoire de l'astronomie et de la physique. L'observation de l'orbite de Mercure a montré une précession dans son orbite, c'est-à-dire que le point le plus proche du Soleil (périhélie) avançait progressivement avec le temps plus rapidement que ne le prédisaient les lois de Newton. Cette divergence est restée un mystère pendant un certain temps.

La divergence dans l'orbite de Mercure est devenue apparente au milieu du XIXe siècle et est devenue un problème connu sous le nom d'« anomalie de précession de Mercure ». Diverses explications et théories ont été proposées pour résoudre cet écart, mais aucune d'entre elles n'était complètement satisfaisante.

Les équations du champ d'Einstein

Ces équations décrivent la relation entre la géométrie de l'espace-temps et la distribution de la masse et de l'énergie dans l'univers. Les équations de champ d'Einstein sont :

$$G_{\mu\nu} = 8\pi G T_{\mu\nu}$$

Où:

$G_{\mu\nu}$ Tenseur d'Einstein, qui décrit la courbure de l'espace-temps.

$T_{\mu\nu}$ tenseur énergie-impulsion, qui décrit la distribution de la masse et de l'énergie dans l'espace-temps.

G la constante gravitationnelle.

μ, ν Ce sont des indices qui varient de 0 à 3

Ils représentent les quatre dimensions de l'espace-temps (t, x, y, z).

Il calcul C'est complexe et dépend de la structure réelle de l'espace-temps dans la galaxie, qui est une relation directe entre les masses et leur emplacement dans celle-ci.

Mais l'idée principale d'Einstein est que la matière courbe l'espace et que c'est la cause du mouvement, ce n'est pas vraiment que quelque chose tire sur la matière. mais que c'est l'espace lui-même, avec sa courbure, qui provoque le mouvement.

Cette équation exprime la relation entre la géométrie de l'espace-temps (le côté gauche, $G_{\mu\nu}$) et la distribution de la masse et de l'énergie (le côté droit, $T_{\mu\nu}$).

Le mouvement selon Einstein

La solution au problème enfin au problème de la précession en la L'orbite de Mercure est arrivée avec la théorie de la relativité générale d'Albert Einstein, publiée en 1915. En

relativité générale, Einstein a proposé une nouvelle théorie de la gravité qui remplacerait la loi de la gravitation universelle de Newton. La relativité générale prédit la précession des orbites différemment des lois de Newton et, surtout, les prédictions correspondent avec les observations de l'orbite de Mercure.

En 1915, lors d'une éclipse solaire, des observations furent faites qui confirmèrent la prédiction d'Einstein. L'astronome britannique Arthur Eddington a mené une expédition à Principe et Sobral en Afrique pour mesurer la courbure de la lumière des étoiles proches du Soleil lors d'une éclipse solaire. Ces mesures ont confirmé la déviation de la lumière prédite par la relativité générale et ont donc été un autre soutien pour la nouvelle théorie d'Einstein.

L'anomalie sur l'orbite de Mercure a été l'une des premières succès observations importantes de la relativité générale d'Einstein et ont montré que cette théorie était une description plus précise de la gravité que les lois de Newton.

Dans la théorie de la relativité générale d'Albert Einstein, l'équivalent de la force gravitationnelle est la géométrie de l'espace-temps elle-même. Cette théorie a révolutionné notre compréhension de la gravité en proposant que les objets massifs, tels que les planètes et les étoiles, courbent l'espace-temps autour d'eux, et cette courbure est ce qui provoque l'apparition d'une force gravitationnelle et la cause des mouvements des planètes et de tout objet de masse dans l'espace.

La principale différence entre la théorie de la relativité générale et la loi de la gravitation universelle de Newton est la suivante:

1. **Loi de Newton sur la gravitation universelle:** Selon cette loi, la gravité est une force attractive qui agit instantanément entre deux masses. La force gravitationnelle est décrite par une équation qui inclut la masse des objets et la distance qui les sépare. Cette loi décrit la gravité comme une action à distance.
2. **La théorie de la relativité générale d'Einstein:** Au lieu d'une force attractive agissant à distance, Einstein a proposé que les objets massifs courbent l'espace-temps autour d'eux. Les objets en mouvement suivent des trajectoires appelées géodésiques, qui sont des lignes droites dans un espace-temps courbe. La courbure de l'espace-temps autour d'un objet massif est ce qui fait que d'autres objets se déplacent vers lui, donnant l'impression d'une force gravitationnelle. Dans cette théorie, la gravité est une manifestation de la géométrie de l'espace-temps elle-même.

La principale différence essentielle réside dans la manière dont la gravité est conceptualisée. Alors que dans la théorie de Newton, la gravité est interprétée comme une force instantanée agissant à distance, dans la relativité générale, la gravité est interprétée comme la géométrie de l'espace-temps qui guide le mouvement des objets. Il a été démontré que la relativité générale est plus précise que la loi de Newton dans des conditions extrêmes, comme à proximité d'objets massifs ou dans des champs gravitationnels puissants, et a été confirmée par de nombreuses expériences et observations.

Tous cela semble très bien, mais je ne suis pas réussi à expliquer pourquoi le mouvement des planètes dans le système solaire n'est pas le même que la vitesse et la trajectoire des étoiles dans la galaxie. Dans à son tour plus loin nous avons trouvé une divergence quand nous allons pour analyser le mouvement des étoiles dans la galaxie que nous expliquerons..

La théorie de la relativité générale d'Einstein, bien qu'elle soit la plus loin précis à ce jour, il n'explique pas complètement certaines observations astronomiques, notamment concernant le mouvement des étoiles dans les galaxies. En général, la relativité générale peut ne pas fournir une description complète ou approximative de la dynamique galactique. Dans ces cas, l'existence de matière noire a été postulée comme explication possible de cette divergence.

Mais il faut préciser que la matière noire est un médium qui a été introduit pour expliquer que les calculs correspondent avec les observations, sans embargo C'est une hypothèse qui n'a toujours pas d'explication convaincante et nous devons faire de la science non pas sur la base de conjectures mais sur des preuves..

La matière noire, qui malgré les efforts actuels n'a pas encore été détectée, est une forme de matière qui n'émet, n'absorbe ni ne reflète la lumière électromagnétique, elle ne peut donc pas être détectée directement par des observations optiques ou d'autres types de rayonnement électromagnétique. Son existence est déduite de son influence gravitationnelle sur la vitesse et la distribution de la matière visible, comme les étoiles dans les galaxies.

L'hypothèse de la matière noire est apparue pour expliquer des phénomènes tels que la rotation des galaxies, où les étoiles situées dans les régions extérieures des galaxies se déplacent à des vitesses plus élevées que ce à quoi on pourrait s'attendre selon les lois de la gravité basées sur la masse visible des galaxies. L'idée de la science actuelle est que la matière noire, que nous ne pouvons pas voir, exerce une influence gravitationnelle supplémentaire qui maintient les étoiles sur des orbites stables à ces vitesses.

La matière noire a également été invoquée pour expliquer la formation et la dynamique de structures à grande échelle dans l'univers, telles que les amas de galaxies. Bien qu'il n'ait pas encore été détecté directement, il existe des preuves observationnelles de son existence en raison de ses effets gravitationnels.

En résumé, même si la théorie de la relativité générale d'Einstein constitue une description précise de la gravité dans de nombreuses situations, elle ne peut pas expliquer entièrement certains phénomènes astronomiques à grande échelle, tels que le mouvement des étoiles dans les galaxies, qui a conduit à l'introduction de l'hypothèse de la matière noire. comme une solution potentielle à ces divergences d'observation. La recherche et l'étude de la matière noire restent des domaines de recherche actifs en astronomie et en physique.

MAIS NOUS NE POUVONS PAS TOUJOURS AFFIRMER QUE LA MATIÈRE NOIRE EXISTE

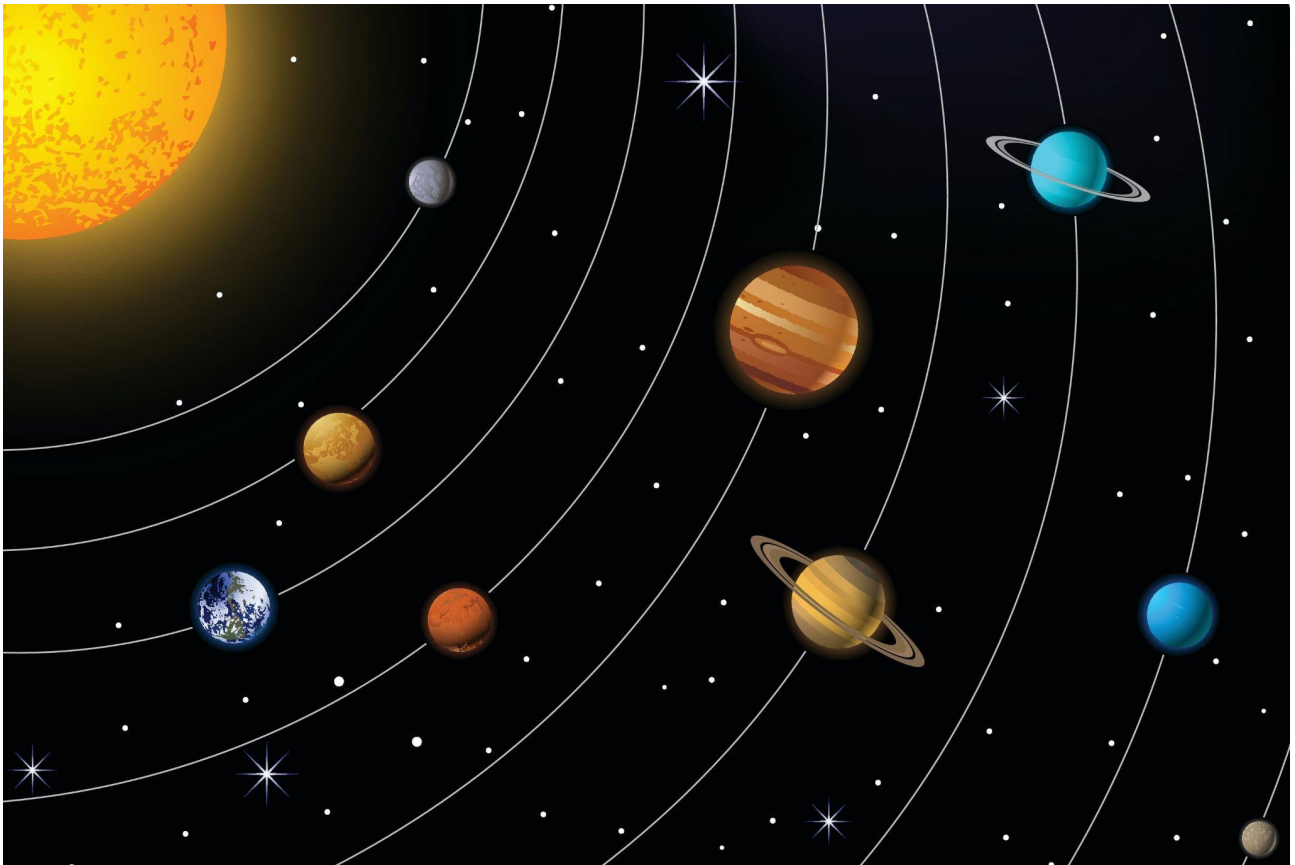
Même si l'existence de la matière noire n'est pas interrogée De manière générale, du fait de l'état actuel de la science, je ne souhaite pas que ce concept, celui de matière noire, contamine mes travaux, qui montreront d'autres explications sur la vitesse des étoiles dans la galaxie sans qu'il soit nécessaire d'introduire des concepts qui aujourd'hui ne sont que des conjectures.

La vitesse réelle des planètes du système solaire

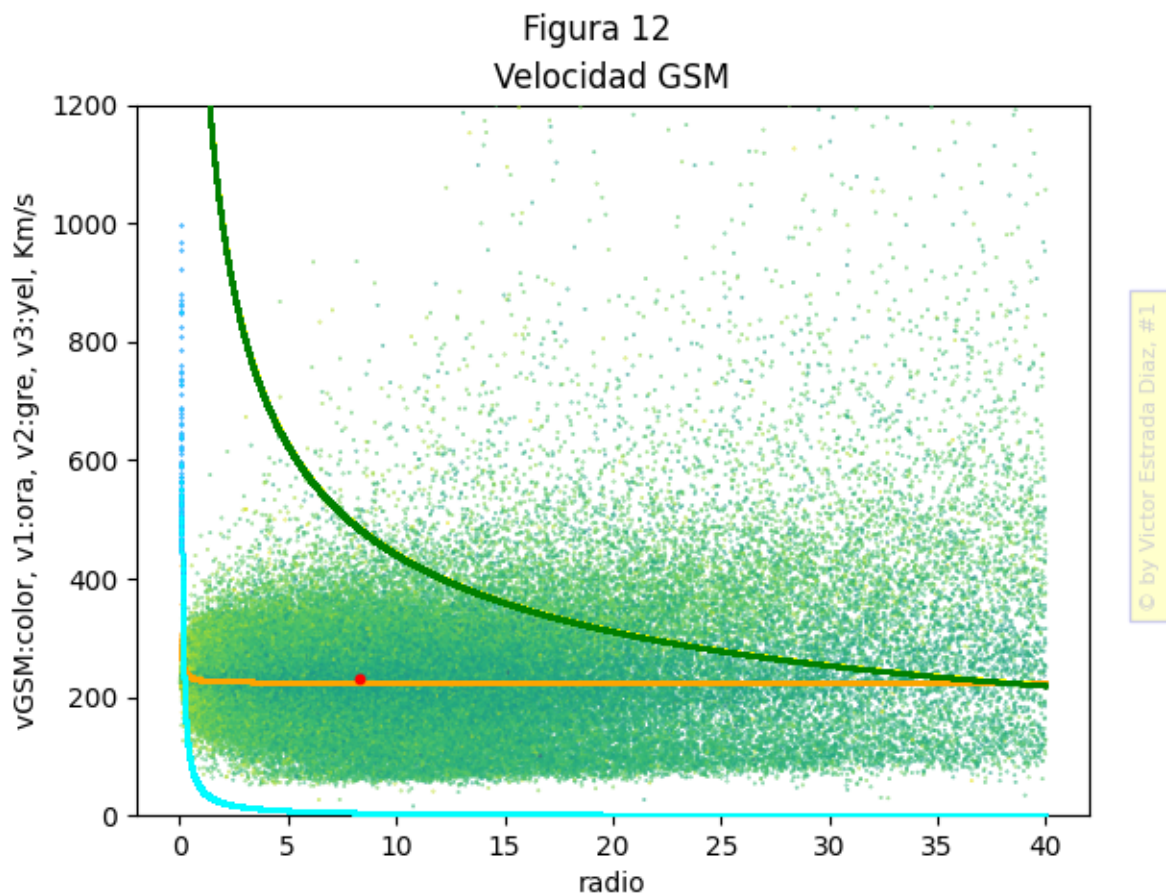
On peut voir qu'avec la distance la vitesse des planètes diminue, pour les calculs de vitesse observés les données coïncident avec les résultats théoriques de l'application de Newton et Einstein, seulement ce dernier Explique le orbite de Mercure comme nous l'avons dit.

Planète	Vitesse moyenne (km/s)	Distance au Soleil (AU)
Mercure	47,87	0,39
Vénus	35.02	0,72
Atterrir	29.78	1h00
Marte	24.08	1,52
Jupiter	13.07	5h20
Saturne	9.68	9.58
Uranus	6,80	19.22
Neptune	5.43	30.05

Ces résultats diffèrent pour les vitesses des étoiles dans la galaxie qui, à de rares exceptions près, ne diminuent pas à mesure qu'elles s'éloignent du centre galactique.



La vitesse des étoiles dans la galaxie



Dans le graphique, j'ai mis les étoiles de l'échantillon dans une couleur qui vire à l'orange.plus loin massif et vert le moins massif, sur l'axe X leur distance au centre galactique, comme fond pour contraster avec les valeurs théoriques.

Pour chacune des étoiles j'ai calculé la vitesse en fonction de sa masse et de sa distance au centre de masse de la galaxie, le résultat est la courbe verte que l'on voit qui ne répond clairement pas à la vitesse réelle observée que l'on voit dans le nuage de points.

J'appelle ce résultat Model_V2

Ensuite je me suis demandé quels résultats nous aurions en considérant la déformation de l'espace en appliquant les normes d'Einstein à chaque étoile de l'échantillon et j'ai obtenu la courbe bleue, qui comme on peut le voir est également en divergence, Model_V3.

Enfin, j'ai appliqué un modèle selon Einstein qui incluait la matière noire et le résultat a été la courbe orange, Model_V1.

La vitesse du Soleil et sa vitesse sont affichées dans le point rouge qui passe par hasard à travers le modèle Einstein-Dark-Matter Model_V1

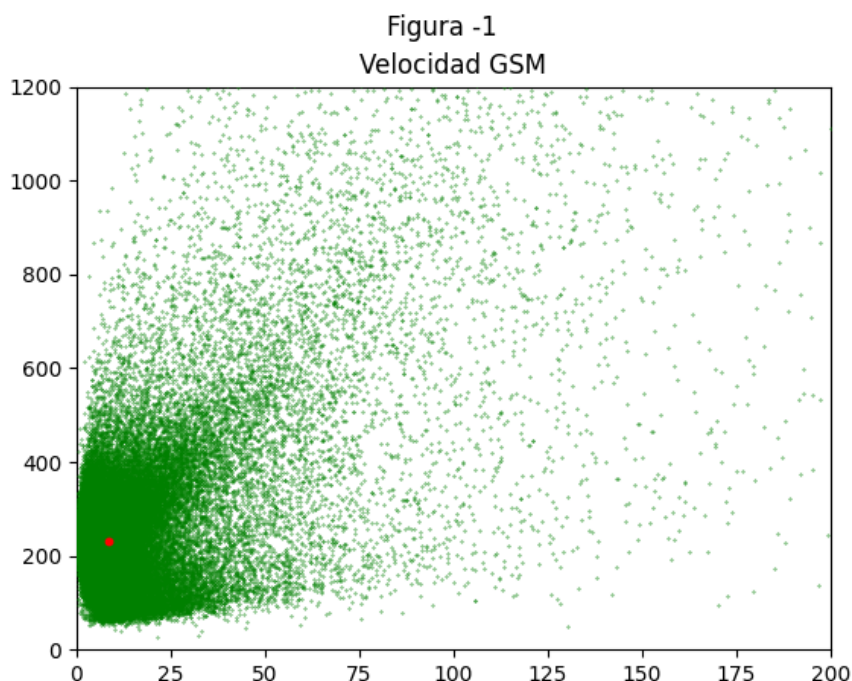
Des doutes raisonnables pour exclure la matière noire

C'est vrai que ce modèle, celui de la matière noire. Modèle_V1, Cela semble être la meilleure solution, mais il existe de solides arguments pour la rejeter.

La seule valeur à laquelle répond l'existence de la matière noire est de justifier la vitesse du Soleil et rien d'autre, peut-être l'évolution des vitesses, mais même cela ne nous est d'aucune utilité, car nous voyons clairement que la vitesse des étoiles continue pour augmenter et disperser même plus loin quand on s'éloigne de 40 kiloparsec du centre galactique comme le montre le graphique suivant.

On voit qu'il y a une dispersion qui devient de plus en plus grande à mesure que l'on s'éloigne du centre galactique et même si bon quelques étoiles qui maintiennent une certaine tendance au-dessus de 230 km/sec, la dispersion des vitesses augmente linéairement, atteignant des valeurs de vitesse supérieures à 1200 km/sec

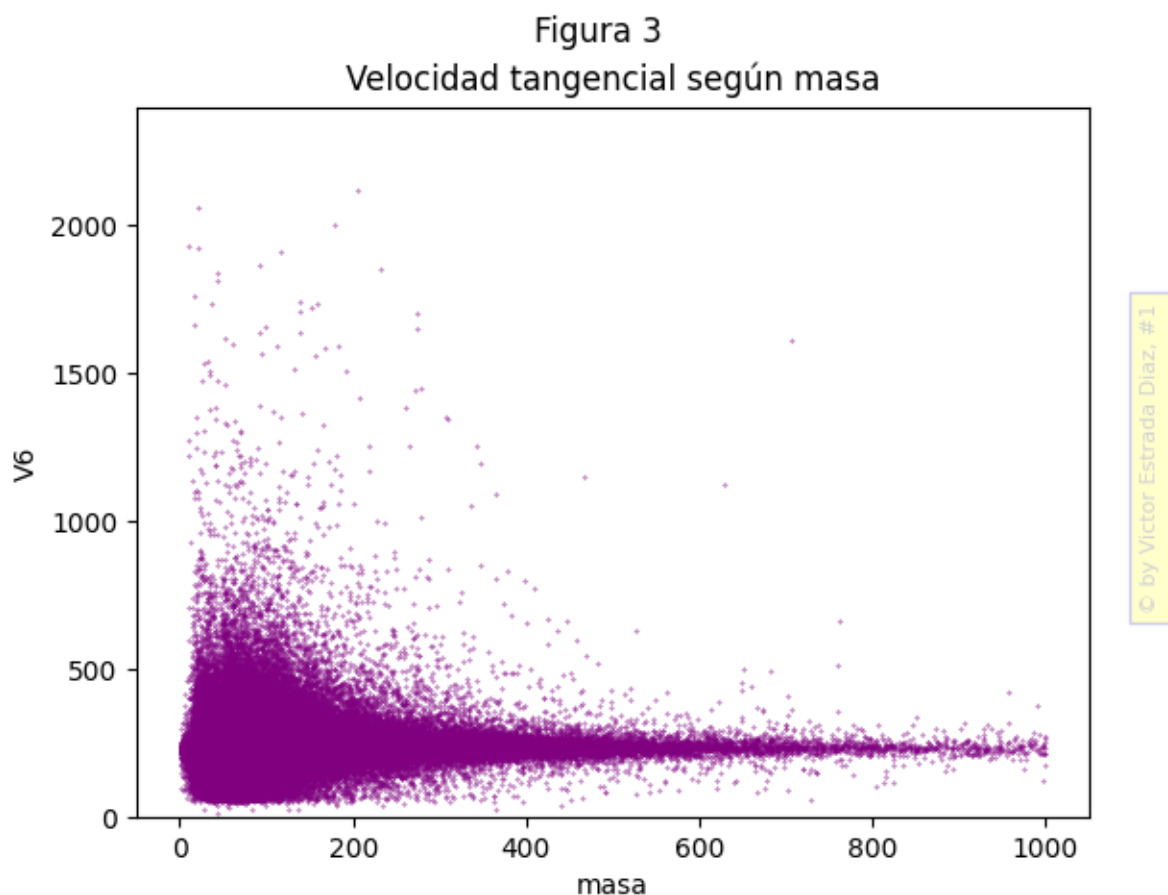
La différence Elle est d'autant plus prononcée qu'on s'éloigne du centre galactique comme on peut le voir ici jusqu'à 400 kiloparsec. :



Influence de la masse sur la vitesse de l'étoile

Le graphique suivant montre que, comme les étoiles ont plus loin masse ils ont une vitesse plus loin stable et prévisible mais compréhensible puisque plus de masse implique une inertie plus stable.

Péché cependant, avec petite masse dans une étoile, Sa vitesse présente une grande dispersion des valeurs, ce qui prouve qu'il peut être utilisé pour choisir des valeurs de masse au loin pour les calculs que nous effectuons plus loin précis et éviter les petites masses de vitesses plus loin erratique et imprévisible. La figure suivante peut nous donner des idées à ce sujet, notamment trouver une formulation appropriée pour définir la stabilité en mouvement stellaire..



Pourquoi les modèles échouent

Tout le monde suppose, autant que je sache, que les forces se transmettent instantanément, même avec les idées d'Einstein. Les déformations de l'espace-temps ne sont pas statiques, elles sont transmises instantanément comme le proposent ou le supposent les modèles.

Ne pas considérer la propagation transmise à la vitesse de la lumière est une erreur conceptuelle, même les modèles d'Einstein l'omettent.

C'est prouvé les ondulations dans l'espace-temps se propagent à la vitesse de la lumière, comme l'ont démontré des projets tels que LIGO.

Autrement dit, aucun des modèles actuels ne prend en compte si la force ou la déformation de l'espace est prise en compte. Porter implique une vitesse de propagation qui n'est pas prise en compte et donc les erreurs qui surviennent lors de la détermination théoriquement les vitesses et qui doit être justifié en introduisant le sujet sombre pour donner une explication possible.

Théoriquement, les étoiles sont liées gravitationnellement, mais outre le fait que leur efficacité décroît avec le carré de la distance, un autre effet se produit, non envisagé dans les théories courantes et c'est la propagation.

La propagation provoque une coupure plus loin au-delà de l'attraction gravitationnelle, c'est comme l'effet d'une vague ou du marteau olympique qui est lié au lanceur puis relâché à chaque fois plus loin avec la distance.

Personnellement, je ne pense pas que cela ait quelque chose à voir avec l'effet observé dans les étoiles de la galaxie avec ou sans matière noire.

La galaxie sous forme de graphique

Compte tenu de la forte divergence entre les modèles que j'ai encouragés ce travail, après cela fait un moment que je n'ai pas compris que le meilleur moyen est de traiter l'échantillon comme un graphique car cela me permet de créer des attributs et des calculs pour chaque étoile et de le relier à son environnement pour essayer de comprendre ce qui se passe, en évitant d'effectuer des calculs en double inutiles, sauf si nous avons intérêt à recalculer.

Tenir compte de l'environnement

Voir ou comprendre l'environnement d'une étoile avec toutes les étoiles ou même ses voisines est un calcul monumental et hors de ma portée, celui-ci aurait un ordre d'algorithme dans un micro-inabordable.

Mais on peut poser le problème d'une autre manière :

La question est de considérer dans chaque étoile et sa vitesse pensent à quoi se trouve l'environnement nombre d'étoiles de sorte qu'une étoile de la plus grande masse possible se trouve à une distance telle que son attraction la gravité commence à avoir une légère influence sur celui-ci.

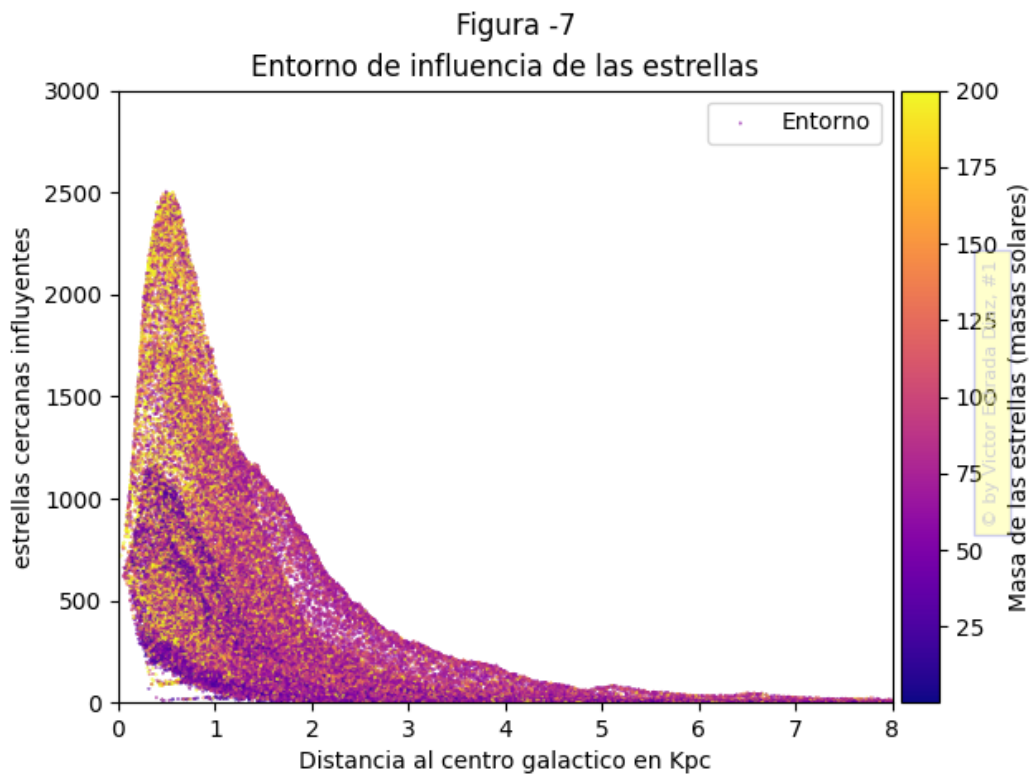
Grâce à cette astuce, pour chaque étoile j'ai pu explorer vos voisins s'ils le sont plus loin là ou ici de cette distance minimale.

On peut alors obtenir pour chaque étoile le nombre d'étoiles qui l'influencent gravitationnellement et l'utilisation de ce critère nous fait observer certaines choses intéressantes.

- Globalement, l'environnement d'une étoile n'influence pas de manière significative la vitesse de son groupe à la vitesse qu'elle a déjà, l'influence sur la vitesse n'est généralement pas le résultat de l'environnement proche sauf si les étoiles sont très proches.

- Ils sont observés sous forme d'ondes dans les clusters détectés selon la masse qui suggère que les étoiles se sont éloignées du centre galactique par étapes, se sont formées en groupes de masses similaires et à des moments similaires, ce qui suggère une origine commune à chaque vague.

C'est le graphiquement, vous pouvez sentir ce que je suggère ::



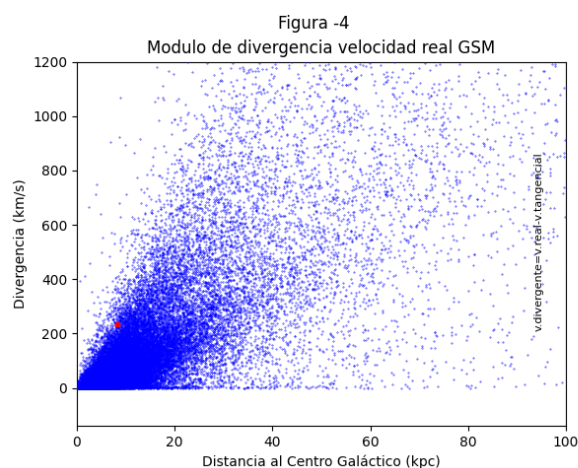
Vitesse réelle dans les trois dimensions de l'espace

Dans les figures suivantes j'ai obtenu la vitesse non pas dans le sens tangentiel mais dans les trois dimensions de l'espace pour voir. Quoi les composantes de la vitesse correspondent à la rotation ou vont dans un autre sens, ces mesures sont résumées en v_t vitesse tangentielle et v_m la vitesse effective en module. Donc en regardant la différence dans module de vitesse par rapport à la tangente à la rotation galactique nous pouvons observer si l'étoile s'écarte ou non de la rotation et en quoi mesure.

v_t et v_m sont des mesures non influencées par la vitesse du soleil (système GSM)

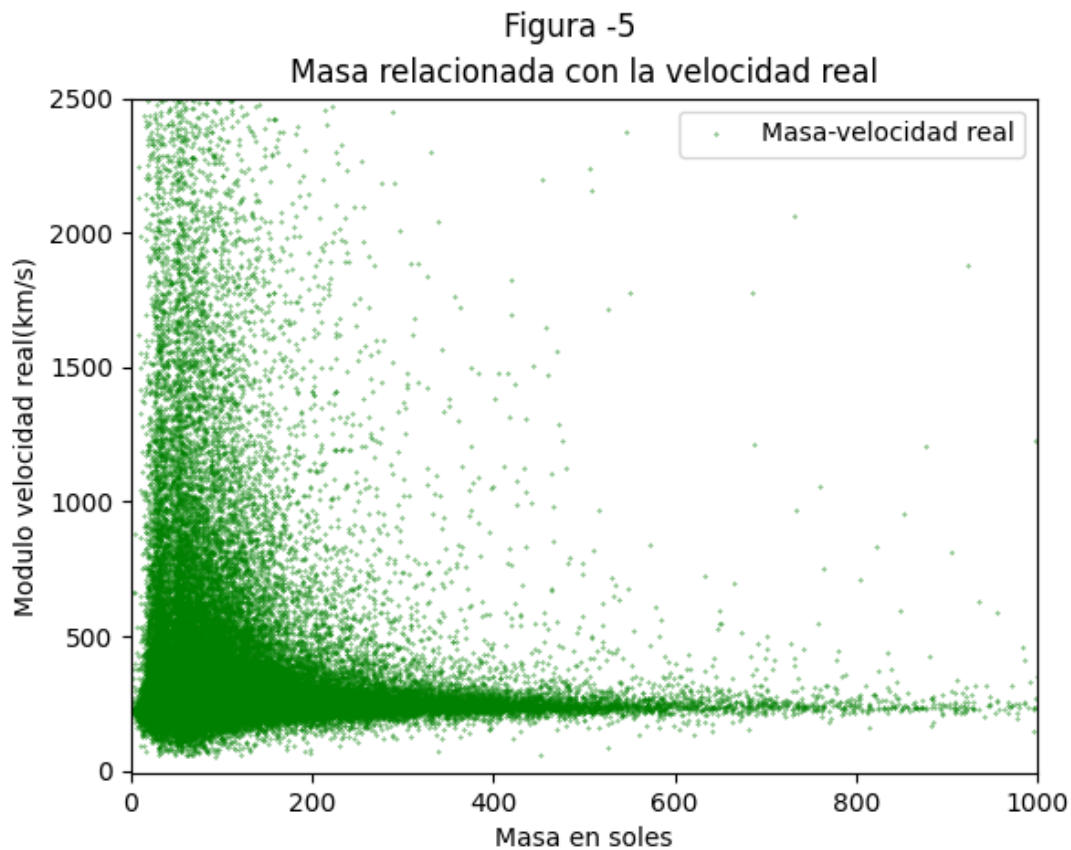
Nous considérerons le module composante de la vitesse en trois dimensions comme la vitesse réelle (v_m) de l'étoile.

Dans ce graphique, nous voyons la différence entre l'amplitude de la vitesse réelle (v_m) et la vitesse tangentielle (v_t).



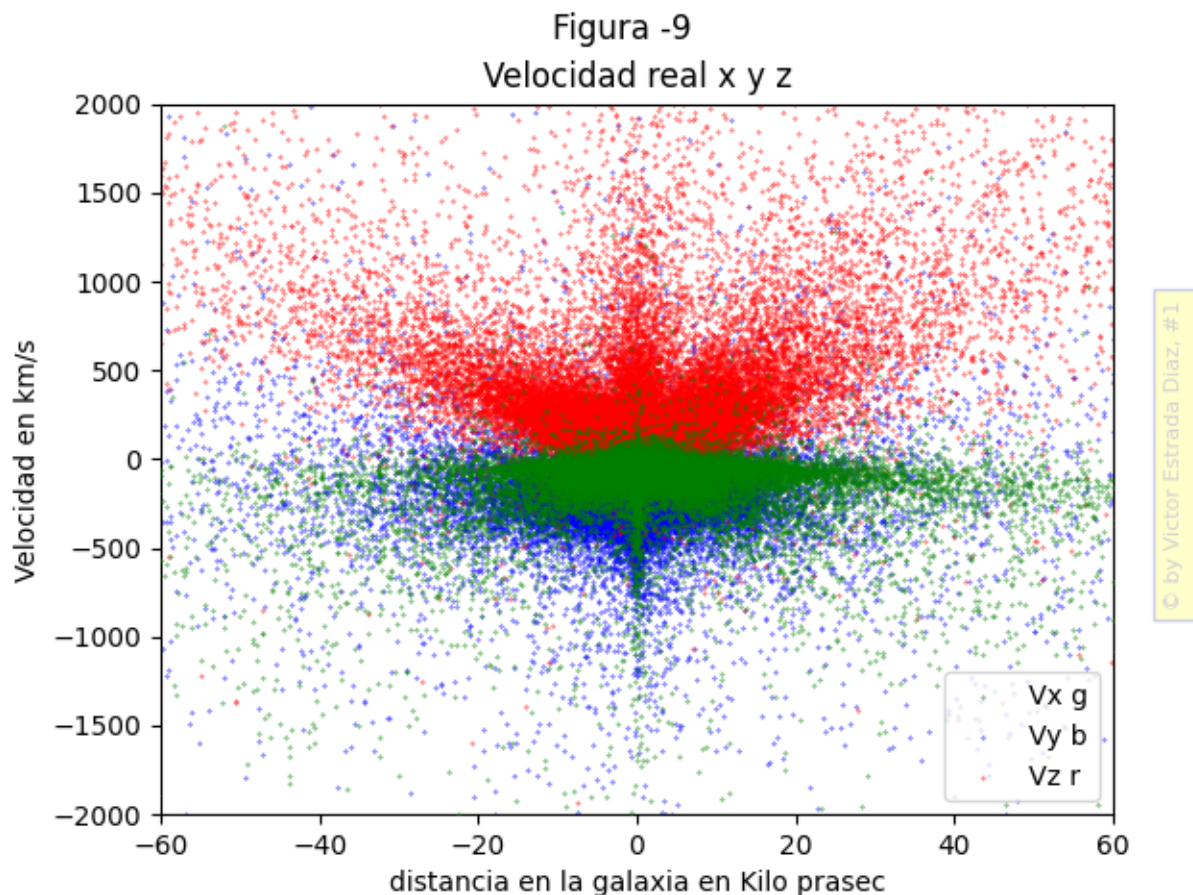
Masse et vitesse réelle

Dans le graphique suivant, nous voyons que la masse des étoiles par rapport à cette vitesse réelle (v_m) affecte fortement les étoiles de faible masse, atteignant des vitesses très élevées alors que les étoiles plus loin des massifs ont peu de vitesse etc'est plus stable, cela répond sans doute au moment d'inertie mais la forme de cette dépendance est curieuse.



L'asymétrie de la vitesse de la galaxie

En observant les étoiles dans le plan galactique, on observe que les vitesses augmentent considérablement dans le plan nord plus loin que dans le plan sud, comme si quelque chose tirait sur les étoiles pour augmenter leur vitesse.



Conclusions

Compte tenu des mesures fournies par l'excellent projet Gaia, il existe des soupçons fondés selon lesquels la croyance en l'existence de la matière noire pour expliquer la vitesse des étoiles dans la galaxie n'est pas fondée. approprié ou s'agit-il d'une conjecture non prouvée.

Il y a des raisons de penser que les aspects fondamentaux et tandis que nous trouvons d'autres causes qui peuvent être proposées et On peut présenter une conjecture raisonnée, ce sera aussi une conjecture comme celle de la matière noire aujourd'hui.

Il faut présenter ou découvrir une vérification de nos conjectures..

Ou du moins si cette vérification n'arrivait pas vers et Il existe d'autres explications possibles qui doivent être testables, celles-ci doivent être réfutées ou confirmées..

Rappelons-nous que une conjecture non prouvée telle que l'existence de la matière noire est aussi valide comme toute autre conjecture plausible.

Mais nous faisons de la science avec des faits prouvés, pas avec des hypothèses, les conjectures nous montrent la voie mais elles sont ce qu'elles sont, des faits non encore confirmés.

-C'est le premier d'une série d'ouvrages -