

La Voie Lactée

Voie Lactée vue de la Californie (à gauche:Mars)



Par une nuit noire sans nuage ni pollution lumineuse on peut observer au-dessus de nos têtes un ruban blanchâtre formé d'étoiles(Galilée avec sa lunette astronomique a été le premier a observé de nombreuses étoiles dans cette bande en 1610), de nuages de poussières, de gaz qui illuminent notre champ de vision, notamment sous les tropiques. Les anciens ont nommés ce ruban: la voie lactée et par extension on a appelé notre Galaxie, la Voie Lactée(en majuscule). Toutes les étoiles et planètes que l'on peut admirer à l'oeil nu font aussi parties de la Voie Lactée mais ceci n'est qu'une infime partie de notre Galaxie.

Ces étoiles ont été regroupées par les anciens avec des lignes imaginaires représentant très souvent des animaux. Ces groupes d'étoiles sont appelées constellations mais on parle aussi de constellation pour la région du ciel incluant ce groupe d'étoiles.

L'origine de certaines constellations vient de la Mésopotamie vers 4 000 ans avant notre ère (Lion, Taureau, scorpion) et près de la moitié de nos constellations proviennent des astronomes Grecs. Les étoiles d'une même constellation sont très éloignées les unes des autres bien qu'elles nous paraissent groupées.



L'Union Astronomique Internationale (UAI) ne pas confondre avec (UA)Unité Astronomique ($1UA = \text{la distance Terre Soleil}$) divise le ciel en 88 constellations, 44

dans l'hémisphère Nord (boréal) et 44 dans l'hémisphère Sud(austral).

En 1750 Thomas Wright imagine que la galaxie forme un nuage aplati, parsemé d'étoiles parmi lesquelles se trouve le Soleil.

Vers 1920 l'astronome Edwin Hubble prouve que la Voie Lactée n'est qu'une galaxie parmi plusieurs,(avant on pensait que les nébuleuses étaient des «univers-îles»).

C'est seulement à partir des années 1930 que le modèle galaxie spirale s'impose.

Les scientifiques estiment la formation de la Galaxie a environ 13,6 à 13,7milliards d'années (l'Univers aurait 13,7 à 13,8 milliards d'années estimation de 2019). La Voie Lactée a débuté sous la forme d'une ou de plusieurs petites masses qui ont absorbé d'autres galaxies naines (entre 10 à 11,5 milliards d'années une galaxie naine quatre fois plus petite que notre Galaxie d'antan baptisée Gaïa-Encelade est entrée en collision avec la VL) (10 fois plus petite que la Voie Lactée actuelle d'après les simulations). Comment le savons nous? Par la détection de deux douzaines de groupes d'étoiles rémanents de galaxies et ceci est connu grâce à la mission Gaïa de l'ESA qui a catalogué 1,7 milliards d'étoiles, celles-ci ont été mesurées avec précision pour leur position et 1,3 milliards pour leur distance et leur mouvement propre. Cette découverte est le fruit de l'observation dynamique des étoiles et de l'analyse chimique des populations d'étoiles.

L'étude de 7 millions d'étoiles a permis de découvrir que 30 000 d'entre elles font partie d'étoiles vieilles se déplaçant toutes sur des trajectoires allongées dans la direction opposée à la majorité des autres étoiles de la Galaxie y compris le Soleil. Et aussi par la simulation informatique de fusions de galaxies.

Des centaines d'étoiles variables et 13 amas globulaires suivent des trajectoires similaires, indiquant qu'elles faisaient parties de cette galaxie «avalée» par la Voie Lactée.

Rappel: l'amas globulaire est un amas d'étoiles très dense contenant environ une centaines de milliers d'étoiles, de forme sphérique cet amas mesure de 20 à quelques centaines d'AL se situant dans le halo galactique. Il contient les étoiles les plus âgées de la Galaxie.

Actuellement la VL attire des matériaux de 2 galaxies satellites les petit et grand nuages de Magellan(visible dans l'hémisphère sud). Dans environ 4 milliards d'années notre Galaxie entrera en collision avec la galaxie Andromède sa plus proche voisine qui se trouve actuellement à une distance de 2,4 à 2,9 AL de nous.

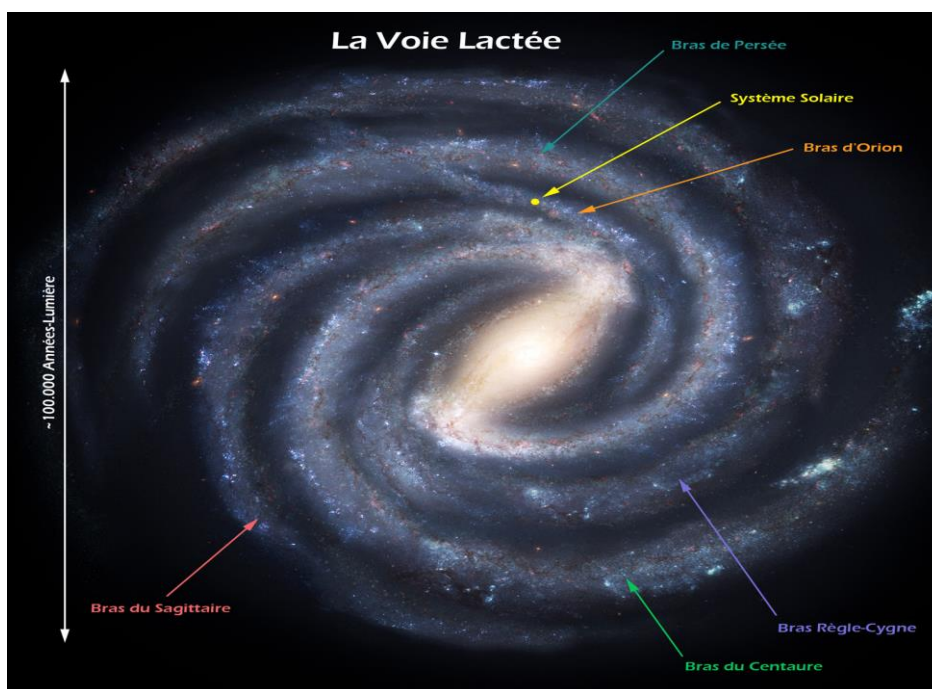
Forme de la Voie Lactée

Sa forme générale est un disque de l'ordre de 100.000 à 120.000 d'AL(voir plus)de diamètre et un millier d' a.l de large (*rappel: une année-lumière " a.l" est la distance que parcourt la lumière à la vitesse de 300.000 km/s en une année – pour être exact 299.792,458 km/s = 9,5trillions de km*) comportant un bulbe central lui même entouré d'un halo sphérique de faible densité. Ce bulbe mesure 10.000 a.l de diamètre.

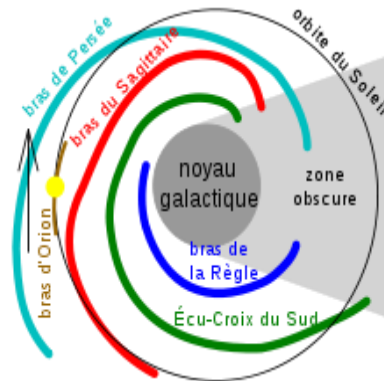
Ce disque épais contient les plus anciennes populations d'étoiles(elles ont 9 à 12 milliards d'années). La fraction de gaz était alors plus élevée qu'aujourd'hui(30 à 50%) ce gaz est instable gravitationnellement, ce qui le rend turbulent et les étoiles se forment très violemment. Les galaxies continuent de recevoir du gaz à partir des filaments de matière qui les relie à la toile cosmique. Ce flux de gaz renouvelle le milieu interstellaire de la galaxie, qui s'est consumé en étoiles. Actuellement la fraction de gaz se maintient à un niveau faible(5 à 10%).



La flèche rouge indique notre position dans la Voie Lactée



C'est une galaxie spirale barrée (barre découverte en 1990 grâce à la radio astronomie) les étoiles qui forment cette barre sont relativement vieilles(c'est le télescope spatial en IR Spitzer de la NASA qui a permis aux astronomes de regarder



derrière les nuages de gaz et de poussières qui obscurcissent le centre de la galaxie). IL y aurait quatre bras spiraux et au moins deux petits bras dont le bras d'Orion où se situe notre système solaire. Mais ces bras spiraux peuvent se diviser, fusionner et se tordre et présentent souvent des aspects irréguliers.

Notre Galaxie se compose d'au moins 200 à 400 milliards d'étoiles d'âges et de masses variables dont notre Soleil qui est une naine jaune se situant à environ 26.000 à 27.000 a.l du centre galactique.

Le satellite Gaïa (ESA) a cartographié plus d'un milliard d'étoiles dont 600.000 font partie de notre quartier résidentiel.

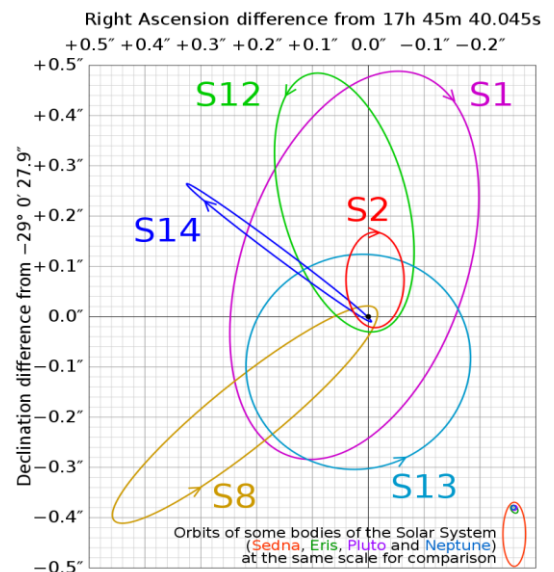
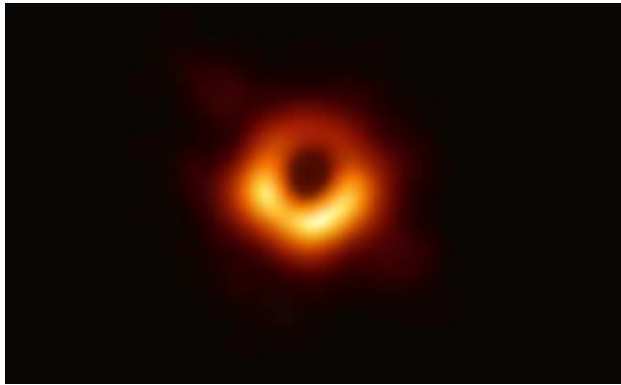
80% des étoiles du centre se sont formées au cours des premières années de la Voie Lactée entre 13,5 et 8 milliards d'années puis une période plus calme a succédé.

Pendant environ 6 milliards d'années presque aucune étoile n'ont été formées et il y a 1 milliard d'année, ça été l'explosion; sur une période de 100 millions d'années d'innombrables étoiles(d'une masse pouvant atteindre des dizaines de millions de fois celle de notre soleil) se sont allumées(plus les étoiles sont massives, plus leur vie est brève). Actuellement dans son ensemble notre Voie Lactée forme des étoiles à un rythme d'environ une à deux masses solaires(estimation à trois soleils /an – cité de l'espace).

La concentration d'étoiles dans le disque diminue graduellement en s'éloignant du centre. (il faut se rappeler que la densité en étoiles dans le centre galactique est un milliard de fois plus grande que celle que nous avons au voisinage du Soleil....Tout y est démesuré.

On évalue à au moins 100 milliards de planètes dans notre Galaxie dont 9 milliards auraient la taille de la Terre, à une distance leur permettant d'abriter de l'eau liquide(science et vie) d'après les données du télescope Kepler.

Au centre de la Voie Lactée se trouve un trou noir super massif Sagittarius A* découvert en 1974 dont la masse équivaut à environ 4 millions de fois celle de notre Soleil(le 13 mai 2019 brusquement il s'est mis à briller 75 fois plus que d'habitude: qui lui a servi de mets??? (gaz, poussières, étoiles...)



Première photo d'un trou noir dans la Galaxie M87 à environ 53,5 millions d'AL de la Terre.(à gauche).M87 est la plus grande galaxie de l'amas de la Vierge, de forme elliptique, c'est une supergéante.

Valse des étoiles autour de Sagittarius A(schéma à droite).*

Le disque d'accrétion de Sgr A* contient du gaz chaud d'environ 10 puissance 7 K et du gaz froid 10 puissance 2 à 4 K. ce disque est situé à 1000 ua de l'horizon du trou noir.

L'ensemble de la Galaxie est entourée d'un halo, qui serait constitué d'étoiles (150 amas globulaires ont été répertoriés à ce jour), de gaz, et de matière noire(c. a.d inconnue). Ce halo est transparent. Le halo gazeux s'étend sur des centaines de milliers d'AL, plus loin que le halo stellaire. De même la Voie Lactée est imbriquée dans cet amas de matière (découverte par ses effets gravitationnels).

La création des étoiles se passent dans le disque et non dans le halo qui contient trop peu de gaz froid

Masse de la Voie Lactée

La masse de notre Galaxie vient d'être mesurée avec une bonne précision grâce aux télescopes Gaïa et Hubble (2019): 1540 milliards de masses solaires pour une quantité de 200 milliards d'étoiles sur une région couvrant un peu plus de 100 000 AL autour du soleil.(34 amas globulaires ont été mesurés par Gaïa, plus 12 par Hubble). Mais bien sur cela ne représente pas la masse totale de la VL.

Tout est en mouvement (nous sommes dans un gigantesque et fabuleux manège)

La Terre tourne sur son axe à 1 600 km/ h et autour du Soleil à 100 000 km/ h . Nous parcourons 2,6 millions de km / jour.

Le Soleil avec le système solaire orbite autour de la V.L à une vitesse de 805.000 km /h, en moyenne, même à cette vitesse 250 millions d'années terrestres sont nécessaire pour faire le tour de la Galaxie. La dernière fois que notre planète de 4,5 milliards d'années était dans la même position qu'aujourd'hui dans la V.L, les cinq continents se touchaient encore (la Pangée) -210 à -145 millions d'années, les dinosaures venaient d'apparaître. Depuis que le soleil est né - 4,6 milliards d'années- il aurait effectué vingt révolutions.

De plus notre soleil en nous entraînant plonge et remonte comme une vague dans le bras d'Orion. Actuellement il est à 48 a.l au dessus du plan et en phase ascendante à la vitesse de 7 km /s. Toutes les trente millions d'années le Soleil traverse le plan de la Voie Lactée.

Le bras extérieur de notre Galaxie tourne autour de son axe en 250 millions d'années. Les étoiles à mi-chemin du centre tournent en 120 millions d'années et celles situées encore plus près du centre tournent encore plus vite.

Notre Galaxie avec le groupe local se déplacent à près de 2,3 millions de km /h soit 630 km/s (vers le superamas de Shapley).

Etoiles Hypervéloces

Une étoile éjectée par Sagittarius A* (étoile hyper véloce)(dans Monthly Notices of the Royal Astronomy Society) devrait quitter la Voie Lactée dans 100 ans environ.

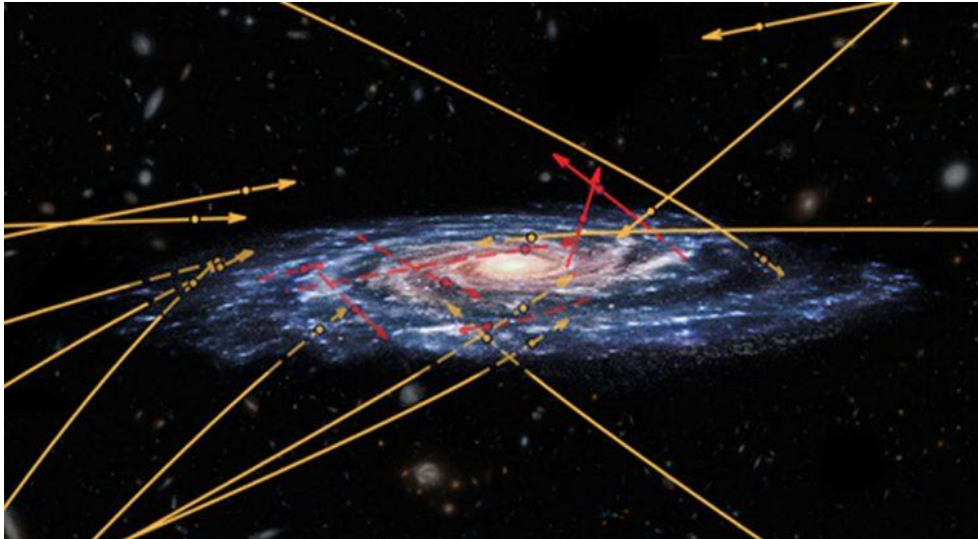
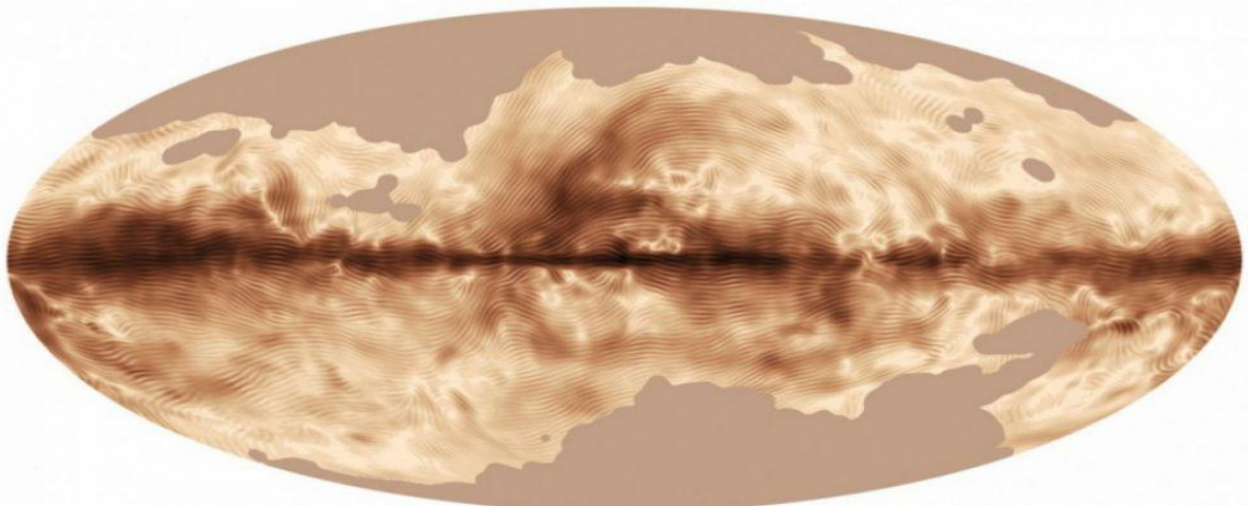


Schéma de mouvements d'étoiles quittant ou entrant dans la Galaxie.

Tomasso Marchetti et ses collaborateurs ont travaillé sur les 7 millions d'étoiles parmi les 1,3 milliards mesurées par Gaïa et 20 d'entre elles avaient toutes les caractéristiques d'étoiles hyper véloces. (la vitesse d'échappement varie entre 600 km/s au centre de la galaxie et à 400 km/s sur les bords – elle vaut 530 km/s à la position du soleil. Mais au lieu de se mouvoir vers l'extérieur de la Galaxie 13 sur les 20 découvertes se dirigent vers l'intérieur de notre disque galactique. Les deux plus rapides découvertes à ce jour ont une vitesse de 700 km/s.

Ces étoiles peuvent provenir de la galaxie naine satellite du Petit Nuage de Magellan, d'une étoile éjectée d'une autre galaxie par son trou noir ou d'une étoile éjectée lors d'une explosion d'une super nova. Elles pourraient aussi être simplement des étoiles du halo galactique qui auraient pu être fortement accélérées par des interactions avec des galaxies naines tombées sur notre Voie Lactée.

Le champ magnétique de la Voie Lactée



Champ magnétique de la VL. Mission Planck de l'ESA.

Les lignes du champ magnétique sont majoritairement parallèles au plan de la Galaxie sous formes de tourbillons, boucles et arches.

On trouve des variations de polarisation dans les nuages proches du soleil, vus de part et d'autre de la bande sombre du soleil. Celles-ci témoignent des changements de la direction du champ magnétique dont les astrophysiciens étudient l'origine.

Ces champs magnétiques ne sont connus que depuis une soixantaine d'années.

Première hypothèse, ce champ viendrait d'un effet dynamo dans la Voie Lactée analogue à celui de la Terre. D'autres théories font remonter l'origine des champs galactiques à un champ magnétique cosmologique primordial.



Le centre magnétique de notre galaxie.

Quelques unes des questions que se posent les scientifiques.

- Combien de trous noirs dans notre Galaxie? 100 millions de trous noirs sont ils cachés dans la V L? Un trou noir pour 3.000 étoiles dans notre Galaxie? Un second

trou noir géant errerait au cœur de la VL?

- Qu'est ce que la matière noire? Y a t-il de la matière noire à l'intérieur de notre Voie Lactée, autour du soleil?

La majorité de la masse de la Voie Lactée serait constitué de matière noire -A démontrer.

- Pourquoi le halo de notre Galaxie est il si chaud? (une partie du gaz atteint les 10 millions de degrés kelvin pour les régions extrêmes alors que le gaz serait chauffé à environ 1 million de degrés lors de la formation d'une galaxie – comment le gaz peut ensuite se réchauffer encore?) De plus il est composés d'éléments chimiques différents de ceux que les scientifiques imaginaient.(des éléments plus lourds que l'hélium).

- 6 objets nommés G observés se trouvent à moins de 0,13 a.l autour de SagittariusA* (Nuages de poussières et de gaz avec un astre en son cœur pense t-on – une population d'astres encore jamais observé.

- Y -a t-il une vie intelligente sur une exoplanète de notre Galaxie?

- Qui est le ou la responsable de la déformation de la Voie Lactée? (son disque n'est plus plat mais courbé vers le haut d'un coté et vers le bas de l'autre) (fin des années 1950) est ce l'influence de champs magnétiques intergalactiques ou d'effets de halo de la matière noire? Actuellement on penserait plus à une collision galactique, mais quelle galaxie? La galaxie naine du Sagittaire en orbite autour de la V.L? Qui aurait traversé plusieurs fois déjà notre Galaxie suppose t-on. (Mission Gaïa de l'ESA).



Déformation de la Voie Lactée

- D'où viennent les bulles de Fermi ? (Fermi est le nom du télescope Gamma Ray Space avec lequel ces bulles ont été découvertes) Ces bulles sont invisibles à l'oeil humain; les informations sont sous forme de Rayons gamma, X et d'ondes radio. Ces bulles contiennent du silicium, du carbone et de l'aluminium.

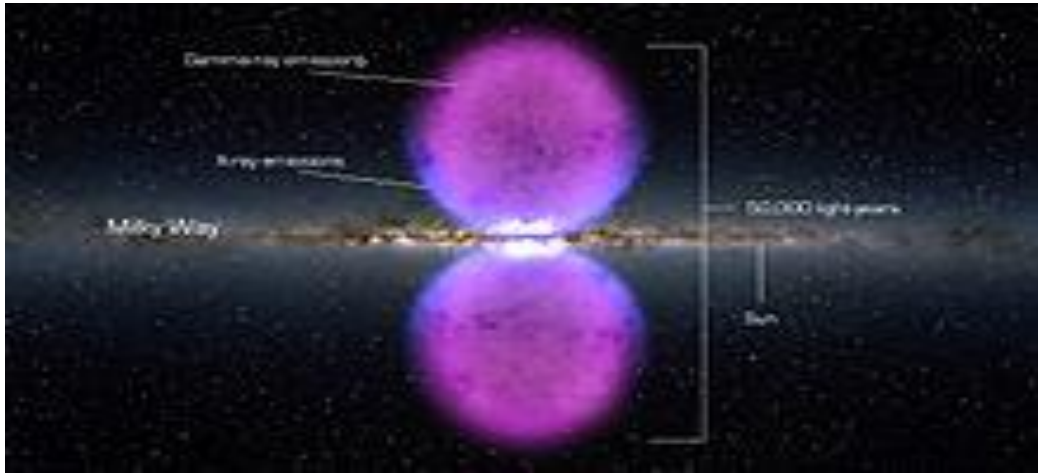


Illustration de 2 gigantesques bulles de Fermi(en rose) de la Voie Lactée(segment horizontal), sièges de puissantes émissions de rayons X(bleu- violet).

Le diamètre de chaque bulle est d'environ de 25.000 a.l.

Deux hypothèses actuellement pour expliquer ce phénomène.

- 1) Ce serait la conséquence d'un courant magnétique sortant, consécutif à la formation d'étoiles à l'intérieur d'une sphère de 640 a.l entourant le centre de la Voie Lactée.
- 2) Les bulles pourrait être formées d'un jet de particules provenant du trou noir SagittariusA*. Ce jet de particules serait projeté par un champ magnétique puissant produit par le tournoiement de la matière près du trou noir.

– Plus d'une centaine de nuages d'hydrogène moléculaire (H₂) froid se fraient un chemin pour sortir de notre Galaxie à une vitesse de 1,2 millions de km/h (observatoire de Green Bank en Virginie-occidentale avec le plus grand radio télescope orientable). Cette masse éjectée signifie que la Voie Lactée perd de la matière qui pourrait servir à créé des étoiles. La création des étoiles se produit dans les nuages moléculaires froids, dont la température peut descendre à 7k (observatoire de Paris), cette physique est encore mal comprise.

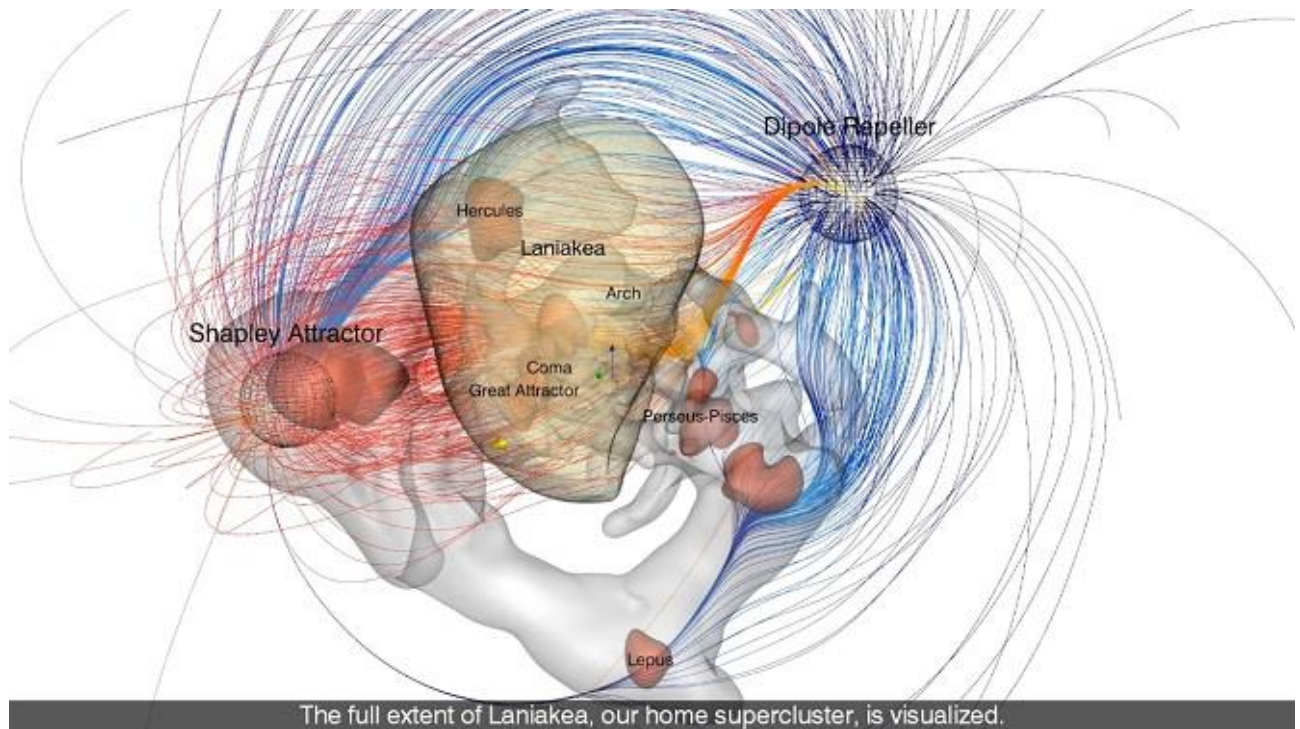
En conclusion

Si le système solaire jusqu'à l'orbite de Neptune était de la taille d'une pièce de monnaie de 25 mm, la Voie Lactée aurait la taille des Etats-Unis.



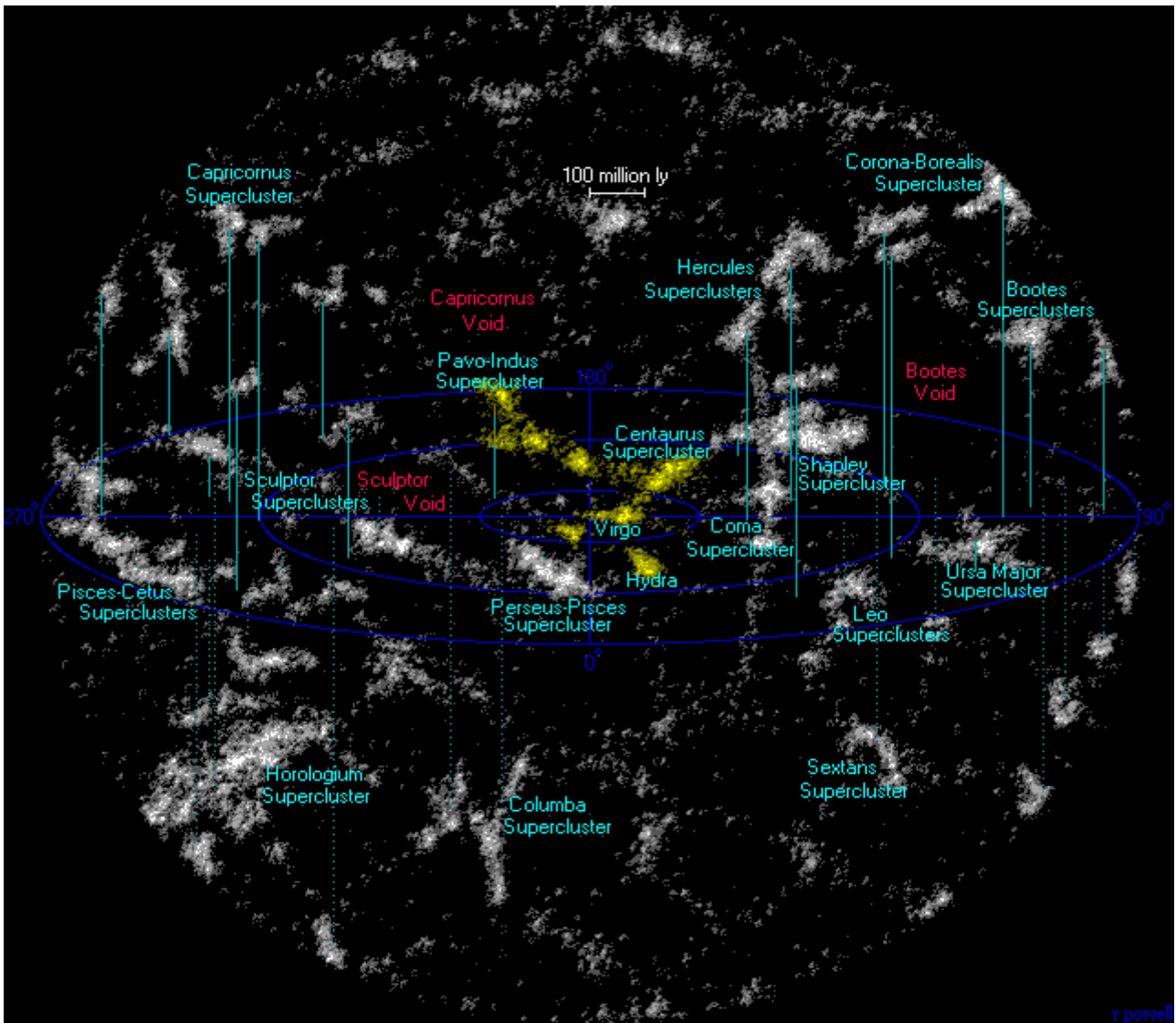
Le mystère de l'artiste. A méditer: coïncidence, vision.....

Septembre 2020

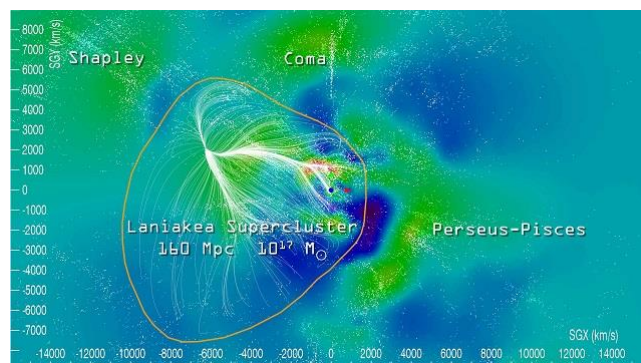


The full extent of Laniakea, our home supercluster, is visualized.

Un cerveau extraterrestre.



1 milliard d'année lumière!!! En jaune Laniakea.



la Voie Lactée se situe dans le point noir et nous? Même pas la taille d'un atome dans ce schéma. Hum! cela demande réflexion.