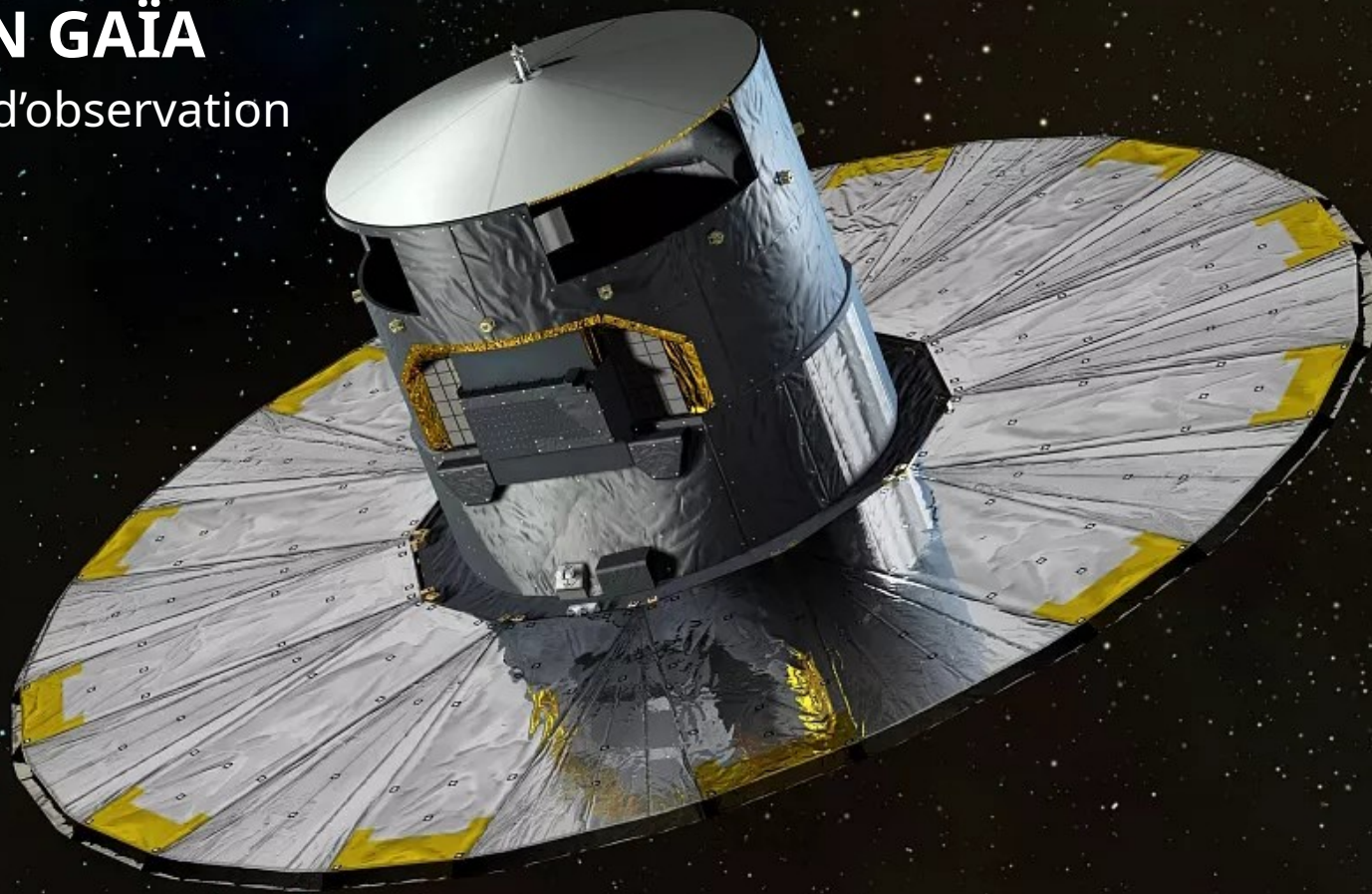


MISSION GAÏA

11 années d'observation



Les Pléiades 2026 Xavier

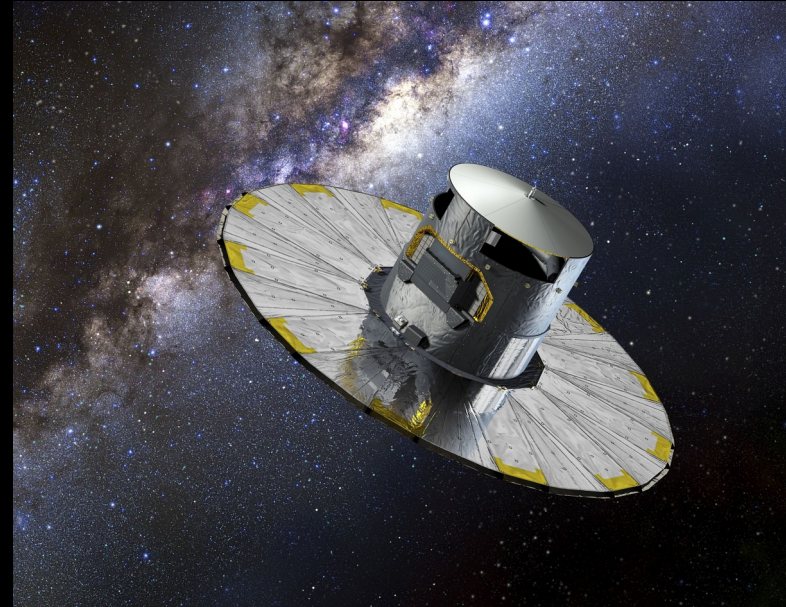
BONNEAU

Gaïa est une mission spatiale astrométrique consacrée à la mesure de la position, de la distance, du mouvement et de la luminosité des objets célestes (étoiles, planètes, astéroïdes, trous noirs, galaxies,...)

La mission a été développée par l'ESA Agence Spatiale Européenne.

Gaïa a cartographié en 3D notre galaxie (2 milliards d'étoiles) avec une très grande précision.

Son objectif final : comprendre les mécanismes de formation et d'évolution des galaxies.



L'objectif de cette mission , comprendre notre galaxie, lui donne son nom

Gaïa est la déesse primordiale de la Terre dans la mythologie grecque.

Elle sort d'une profonde crevasse avec Chaos puis Éros

C'est une des divinités les plus féconde

Elle donne naissance sans intervention masculine à Uranus

Mère des Titans (Atlas, Hyperion, Japet, Phœbé ...), des Titanides (Rhéa, Thémis,..) des Cyclopes, des Géants (Pan) et de nombreuses divinités dont les Hécatonchires

C'est la Grand Mère de Zeus, des Hyades et des Pléiades



Gaïa et Uranus



Les Titans et les Titanides

Gaïa a été lancée le 19 décembre 2013

Premières observations en juillet 2014

Mission peu connue du public car elle transmet des données numériques transformées en catalogues...

Prévue initialement pour une durée de 5 ans, la mission a été prolongée jusqu'au 15 janvier 2025 pour transmettre une série de 5 catalogues DR 1 à 5 (Data Release)

Le 27 mars 2025 , après 11 années d'observation, et 55 kg d'azote consommée pour maintenir son orbite, Gaïa est envoyée sur une orbite héliocentrique

2400 milliards de mesures astrométriques

476 milliards mesures photométriques

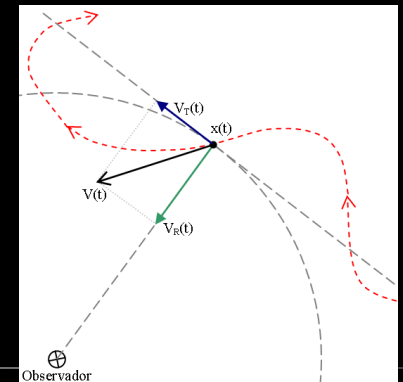
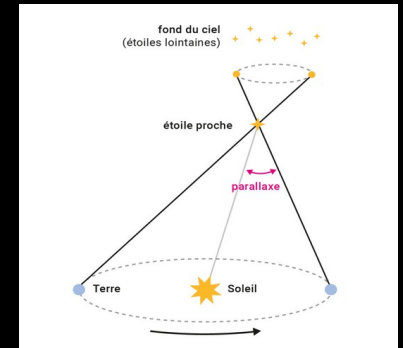
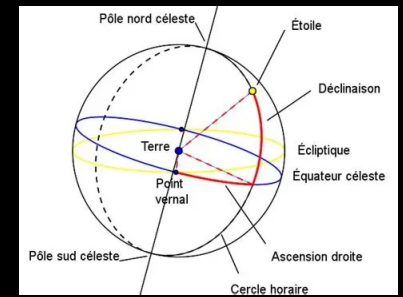
47 milliards de mesures spectroscopiques

SFRs	Name	Position ^a (J2000)	Distance ^b (Mpc)	log L ₀ (L _⊙)	F ₁₀₀ /F ₀	K _s - F ₀ (AB mag)	Weight	Axial Ratio	T Type	Extinction (B mag)	
1	IC 486	8:00:20.98	26:36:48.7	114.4	9.55	1.53	3.51	1.5	0.76	1	0.20
2	IC 2217	8:00:49.73	27:30:01.7	76.1	9.57	1.96	4.92	13.2	0.81	20	0.25
3	NGC 2500	8:01:53.18	50:44:13.7	15.0	7.93	2.05	4.03	4.2	0.86	7	0.23
4	NGC 2512	8:03:07.85	23:23:30.6	69.3	9.67	1.92	4.31	7.4	0.76	3	0.30
5	MCG 6-18-009	8:03:28.94	33:27:44.5	164.3	10.11	1.87	4.45	1.5	0.83	...	0.27
6	MK 1212	8:07:05.52	27:07:33.7	173.3	10.21	1.80	5.37	7.7	0.94	...	0.25
7	IRAS 08072+1847	8:10:15.17	33:57:23.9	70.8	9.55	1.10	6.37	8.1	0.98	...	0.23
8	NGC 2532	8:10:07.01	18:38:18.1	77.6	9.75	2.86	4.13	5.0	0.87	5	0.30
9	UGC 4261	8:10:56.21	36:49:41.3	93.2	9.45	1.28	5.39	4.3	0.71	15	0.29
10	NGC 2535	8:11:13.08	25:12:15.3	61.6	9.30	2.80	4.16	5.5	0.56	5	0.26
11	NGC 2543	8:12:57.91	36:15:16.7	26.3±5.5	9.03	2.21	3.68	12.1	0.57	3	0.31
12	NGC 2537	8:13:14.74	45:59:21.9	15.0	7.82	1.85	3.52	3.2	0.74	9	0.23
13	IC 2233	8:13:58.82	45:44:43.7	13.7±2.8	7.47	1.58	4.14	1.0	0.16	7	0.23
14	IC 2239	8:14:06.79	23:51:58.9	88.5	9.78	1.80	4.56	13.2	0.84	...	0.27
15	UGC 4286	8:14:16.50	18:26:26.0	73.5	9.10	2.08	6.48	3.0	0.41	3	0.26
16	UGC 4306	8:17:36.60	35:26:50.7	36.0	9.12	1.89	4.74	8.3	0.64	20	0.33
17	NGC 2552	8:19:19.58	50:00:20.8	11.4±0.8	7.25	2.46	6.01	1.0	0.67	9	0.21
18	IC 2339	8:23:34.20	21:20:51.5	79.3	9.43	1.75	5.63	3.0	0.52	5	0.25
19	IRAS 08234+1054B	8:26:07.90	10:44:51.3	272.6	10.61	1.75	6.61	6.6	0.58	...	0.26
20	IRAS 08269+1514	8:29:45.19	15:04:39.4	134.5	9.60	2.87	5.18	3.0	0.46	...	0.24
21	NGC 2604	8:33:23.14	29:32:19.7	36.3±4.2	8.57	2.18	4.70	4.7	0.92	6	0.26
22	NGC 2608	8:35:39.96	46:29:28.1	36.3±4.2	8.83	2.60	3.37	12.1	0.66	3	0.26
23	MK 92	8:35:17.06	28:28:30.9	68.8	9.48	1.53	5.45	4.3	0.79	...	0.17
24	NGC 2623	8:38:24.00	25:45:16.3	81.6	10.62	1.16	6.95	15.5	0.45	...	0.20
25	CGCG 120-018	8:39:50.76	23:08:36.1	107.9	9.99	1.42	5.80	8.1	0.99	...	0.18
26	NGC 2644	8:41:31.85	4:58:49.2	25.0	8.49	2.37	3.91	4.6	0.44	15	0.22
27	UGC 4572	8:45:37.85	36:56:04.7	60.5	8.95	2.07	3.69	4.3	0.88	11	0.21
28	UGC 4653	8:53:54.62	35:08:44.2	234.0	10.54	2.13	4.51	1.0	0.70	3	0.19
29	IRAS 08512+2727	8:54:16.78	27:15:59.5	265.3	10.5	2.70	4.48	1.0	0.87	...	0.23
30	OJ 287	8:54:48.86	20:06:30.7	1258.8	11.75	1.45	4.46	1.0	1.00	...	0.13
31	IRAS 08538+4256	8:57:10.32	42:45:23.1	121.2	10.27	1.38	6.36	14.2	0.88	...	0.15
32	IRAS 08550+3908	8:58:13.75	38:56:31.9	367.8	10.72	1.25	5.19	1.5	0.55	...	0.14
33	NGC 2718	8:58:50.47	6:17:34.8	57.4	9.50	1.74	4.13	9.5	0.85	2	0.31
34	NGC 2712	8:59:30.48	44:54:50.0	30.9±6.4	8.72	2.42	3.08	12.1	0.54	3	0.14
35	NGC 2719	9:00:15.72	35:43:39.5	51.1	9.05	1.41	6.90	4.3	0.32	10	0.18
36	IRAS 08572+3915	9:00:25.37	39:03:53.7	244.3	11.13	0.61	8.31	15.5	0.89	...	0.14
37	IRAS 08579+3447	9:01:05.78	34:35:28.6	273.5	10.80	1.73	6.14	6.6	0.44	...	0.16
38	NGC 2731	9:02:08.40	8:18:06.0	35.0	9.04	1.67	4.81	6.9	0.72	20	0.34
39	NGC 2730	9:02:15.82	16:50:17.9	58.9	8.79	2.97	4.56	1.5	0.73	8	0.21
40	IC 2431	9:04:34.39	14:35:39.4	209.0	10.75	1.72	5.92	6.6	0.53	17	0.23
41	NGC 2750	9:05:47.93	25:26:15.0	37.0	9.22	1.95	4.58	8.3	0.72	5	0.19
42	IC 2434	9:07:16.06	37:12:55.3	104.5	9.69	2.02	3.89	7.4	0.59	20	0.13
43	NGC 2761	9:07:30.84	18:26:05.1	125.0	10.22	1.94	5.25	7.4	0.64	...	0.20
44	NGC 2773	9:09:44.16	7:10:25.7	80.4	9.66	1.85	4.63	13.2	0.74	...	0.10
45	NGC 2776	9:12:14.52	44:57:17.4	36.0	9.18	2.68	3.63	12.1	0.86	5	0.09
46	NGC 2789	9:14:59.66	29:43:48.9	93.6	9.70	2.31	3.76	3.8	0.77	0	0.15
47	IRAS 09121+3908	9:15:22.15	38:56:35.0	42.5	10.61	2.24	6.08	3.5	0.77	...	0.08
48	NGC 2824	9:19:02.23	26:16:11.9	37.0	8.70	1.63	3.26	2.3	0.63	-2	0.21
49	IRAS 09184+4356	9:21:38.74	43:43:34.1	170.1	10.03	2.14	5.09	4.7	0.58	...	0.09
50	CGCG 238-041	9:22:25.30	47:14:39.9	131.5	9.45	3.28	5.48	1.0	0.76	...	0.08
51	UGC 4985	9:22:37.39	21:57:26.8	143.4	9.68	2.79	4.65	3.0	0.43	...	0.19
52	NGC 2854	9:24:02.83	49:12:13.7	25.0	8.99	1.47	3.86	5.7	0.51	3	0.10
53	UGC 5046	9:28:06.65	17:11:47.4	64.9	9.48	1.69	4.82	6.9	0.53	20	0.14
54	UGC 5055	9:30:11.76	55:51:08.7	110.6	9.70	2.05	4.34	7.4	0.85	3	0.14
55	NGC 2983	9:30:16.97	29:32:23.9	24.0	8.72	1.51	4.33	5.7	0.90	1	0.12
56	MCG 3-24-062	9:30:22.99	19:28:09.3	66.2	9.11	2.81	4.10	5.5	0.69	...	0.17
57	CGCG 238-066	9:31:06.77	49:04:47.1	147.0	10.02	1.35	5.05	6.0	0.80	...	0.09
58	UGC 5097	9:34:10.63	0:14:31.9	72.5	9.55	1.70	5.34	8.1	0.71	15	0.34
59	CGCG 289-012	9:36:31.87	59:23:54.3	172.4	10.10	2.17	7.42	4.5	0.89	...	0.14
60	MCG 8-18-013	9:36:37.18	48:28:28.0	110.9	10.28	1.43	5.99	14.2	0.68	...	0.09
61	CGCG 181-068	9:37:19.22	33:49:25.8	100.6	9.49	2.74	4.19	5.5	0.39	...	0.07
62	NGC 2936	9:37:44.14	2:45:39.0	100.5	9.74	2.34	3.78	8.7	0.52	-5	0.27
63	NGC 2955	9:41:16.61	35:52:56.2	103.5	9.65	2.80	3.65	4.8	0.55	3	0.06
64	CGCG 182-010	9:45:15.22	34:42:44.2	175.1	10.22	1.76	5.11	7.4	0.72	...	0.07
65	UGC 5228	9:46:03.60	1:40:06.1	28.2±4.0	8.49	2.26	3.91	4.6	0.29	5	0.54
66	IRAS 09438+1141	9:46:32.57	11:27:19.5	203.0	10.13	2.49	5.63	4.5	0.87	...	0.21
67	NGC 3015	9:49:22.92	1:08:43.5	108.8	9.81	1.98	4.37	7.4	0.79	-2	0.39
68	MCG 2-25-039	9:49:36.98	9:00:18.8	77.6	9.32	2.23	4.72	4.7	0.44	...	0.20
69	NGC 3020	9:50:06.65	12:48:49.0	18.3±2.6	8.35	1.71	4.95	3.0	0.43	6	0.36
70	NGC 3049	9:54:49.36	9:16:15.9	9.16±1.5	8.52	1.60	4.43	5.7	0.65	2	0.23
71	NGC 3055	9:55:18.07	4:16:12.1	25.0	8.87	2.09	4.14	9.5	0.56	5	0.31
72	IC 2520	9:56:20.11	27:13:39.3	26.4±1.6	8.63	1.98	4.73	8.3	0.82	15	0.09
73	UGC 5403	10:02:35.54	19:10:36.9	33.0	8.85	1.58	4.45	5.7	0.54	0	0.15

L'astrométrie est une branche très complexe de l'astronomie....

Pour déterminer la position d'un objet dans le ciel, il est nécessaire de connaître :

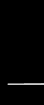
- sa position dans le ciel définie par deux mesures : l'ascension droite et la déclinaison ;
- sa distance au Système solaire (parallaxe) ;
- son mouvement propre, c'est-à-dire son déplacement apparent par rapport au Système solaire (observation sur une longue durée) ;
- sa vitesse radiale ,c'est-à-dire son déplacement le long de la ligne de visée de l'observateur (effet Doppler)



La complexité de l'astrométrie au cours des ages

La plus proche étoile du système solaire est située à 4,24 al soit, 40 000 milliards de km soit 270 000 ua

- Ptolémée (150 après J.-C.) estimait les étoiles distantes de 130 millions de km
- Copernic (1500) les juge "immense "
- Tycho Brahé (1580) 90 millions de km
- Kepler (1600) l'évaluait à 220 milliards
- Newton (1685) à 150 000 milliards de km (Sirius entre 500 000 et 800 000 fois la distance Terre Soleil soit 81 000 milliards de km)
- Friedrich Wilelhm Besse en 1838 détermine correctement la distance de 61 du Cygne (11,4 al)



La complexité de l'astrométrie en un siècle : les catalogues

Date	nom	Télescope	Nombre
1904	Newcomb		72
1924	Schlesinger	First General catalog	1 870
1963	Jenkins	Yalle Parallax	7 000
1995	Van Altena	Fourth General Catalog	8 112
1997	Perryman	Hipparcos	118 000
2022	ESA/DPAC	Gaïa	$1,5 \times 10^9$
2030	ESA/DPAC	Gaïa	2×10^9

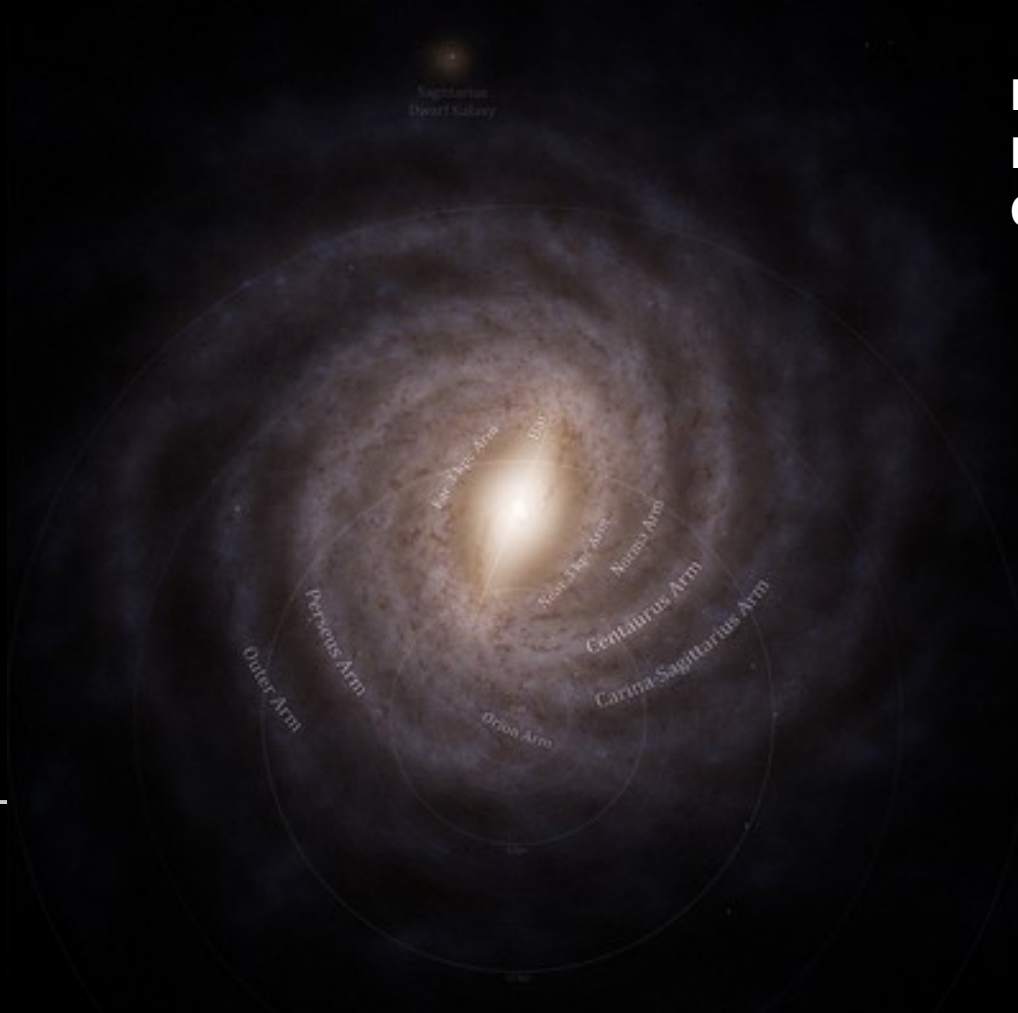
Découvertes:

- **Mise en évidence de la structure détaillée de la Voie lactée.**
 - **Preuves des anciennes fusions galactiques.**
 - **Découverte de milliers d'exoplanètes potentielles.**
 - **Identification et suivi de trous noirs et d'amas stellaires.**
 - **Surveillance de centaines de milliers d'astéroïdes et comètes.**
 - **Cartographie de quasars et galaxies lointaines**
-
- 

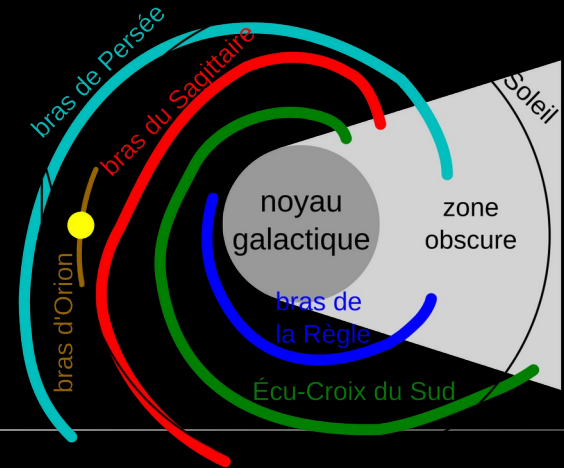
La structure de la Voie Lactée



Gaia a permis de préciser de nombreux aspects de sa structure, en particulier le nombre et la position des bras spiraux ou l'orientation de la barre centrale et sa connexion aux bras spiraux.

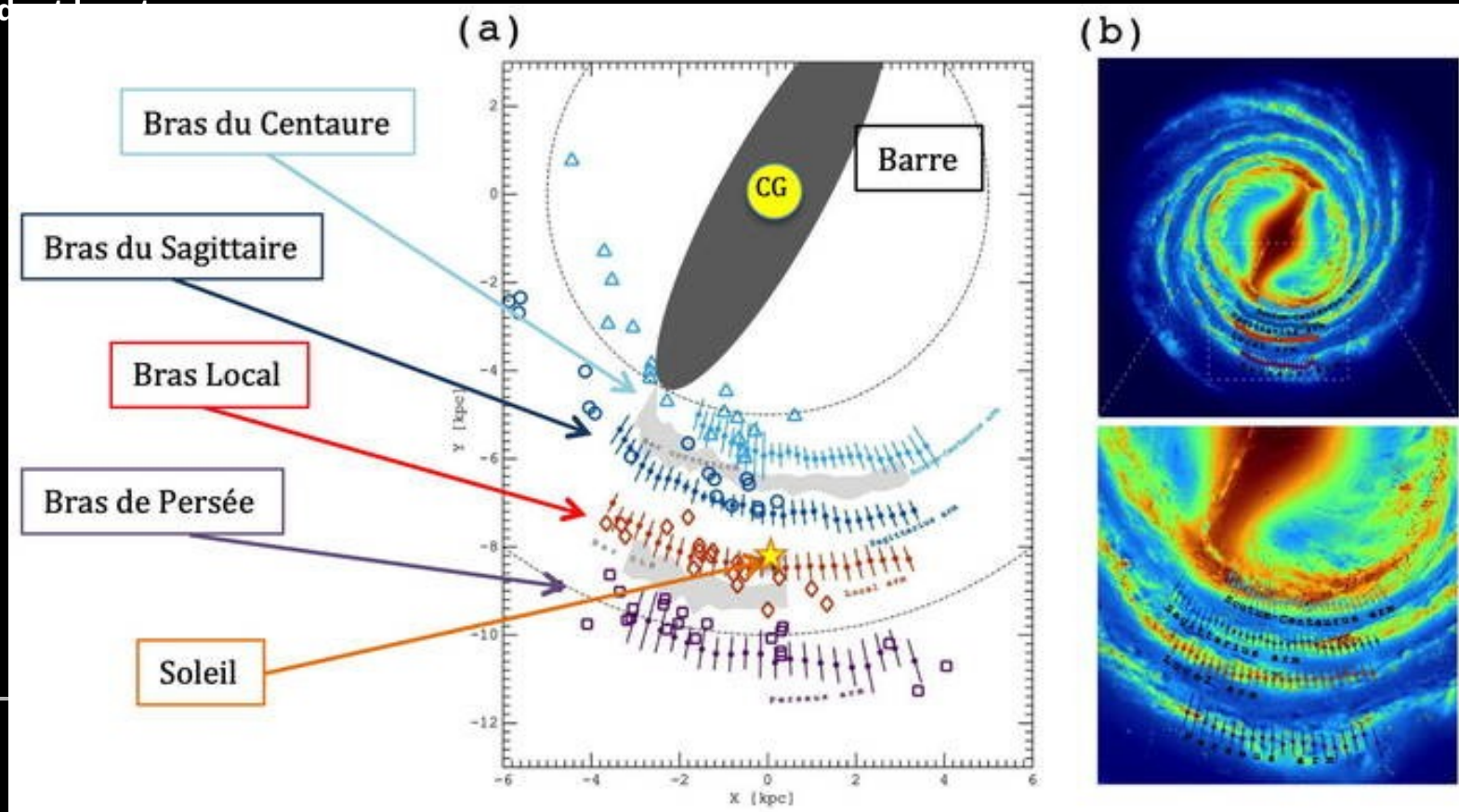


**Représentation datant d'avant 2013 (5 bras)
Bras de Persée, bras du Sagittaire, bras du
Centaure, bras de la Règle et bras d'Orion**



La Galaxie aurait quatre bras spiraux : de l'extérieur vers l'intérieur de la Galaxie : le bras de Persée, le bras local où se trouve le Soleil, le bras du Sagittaire et le bras du Centaure.

Par ailleurs, le bras local serait bien un bras spiral à part entière et non un appendice inter-bras comme suggéré précédemment.

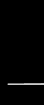


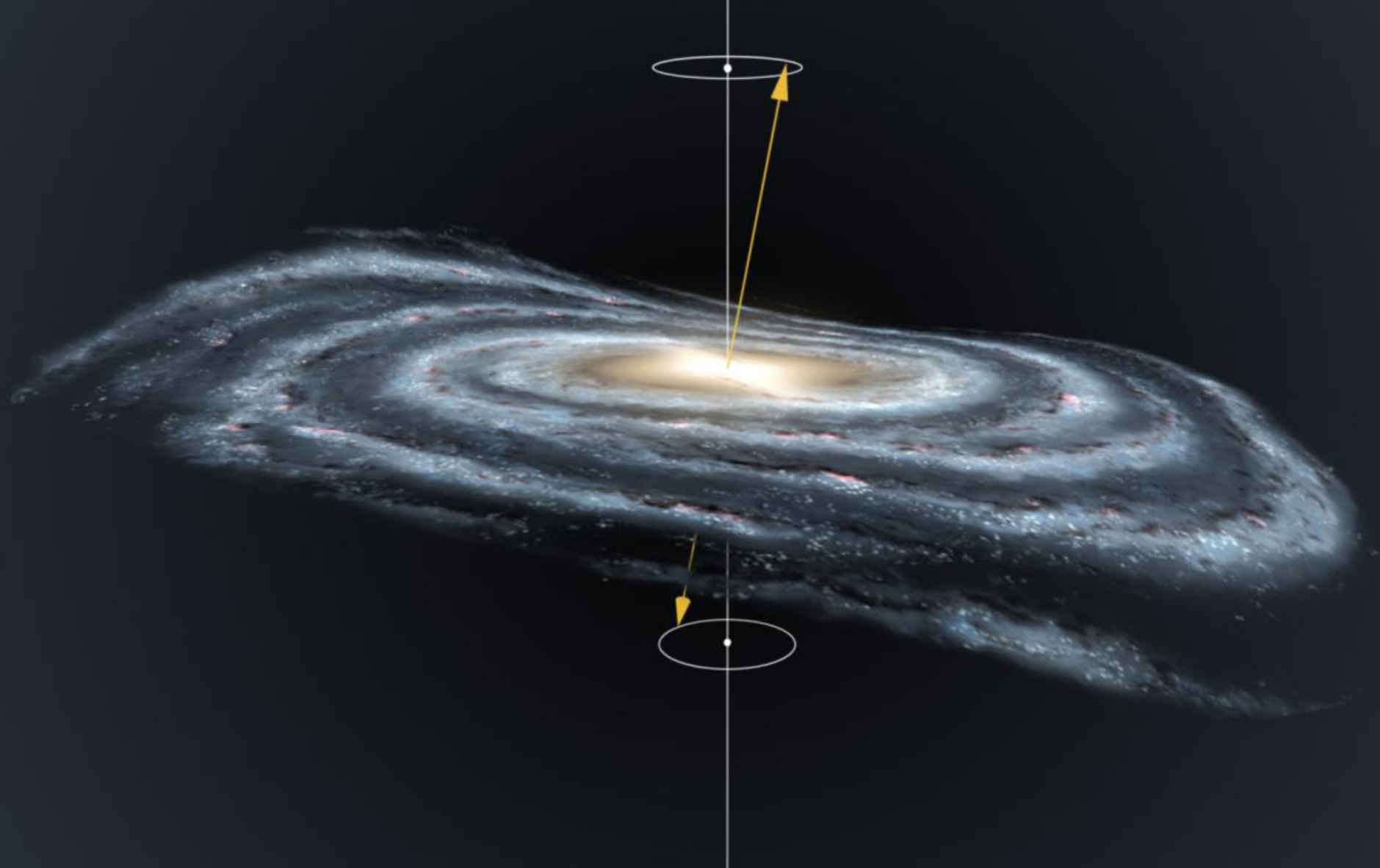
Les astronomes savent depuis la fin des années 1950 que le disque de la Voie lactée n'est pas plat.

Pendant des années, ils ont débattu de la cause de cette déformation : influence du champ magnétique intergalactique, effets d'un halo de matière noire



Les données du satellite Gaia montrent que le disque galactique déformé de la Voie lactée vacille comme le mouvement d'une toupie.





Les astronomes savent depuis la fin des années 1950 que le disque de la Voie lactée n'est pas plat.

Pendant des années, ils ont débattu de la cause de cette déformation : influence du champ magnétique intergalactique, effets d'un halo de matière noire



Les données du satellite Gaia montrent que le disque galactique déformé de la Voie lactée vacille comme le mouvement d'une toupie.

Ce mouvement effectue une rotation en 600 à 700 millions d'années, bien moindre que la vitesse du Soleil qui complète une orbite en seulement 220 millions d'années.

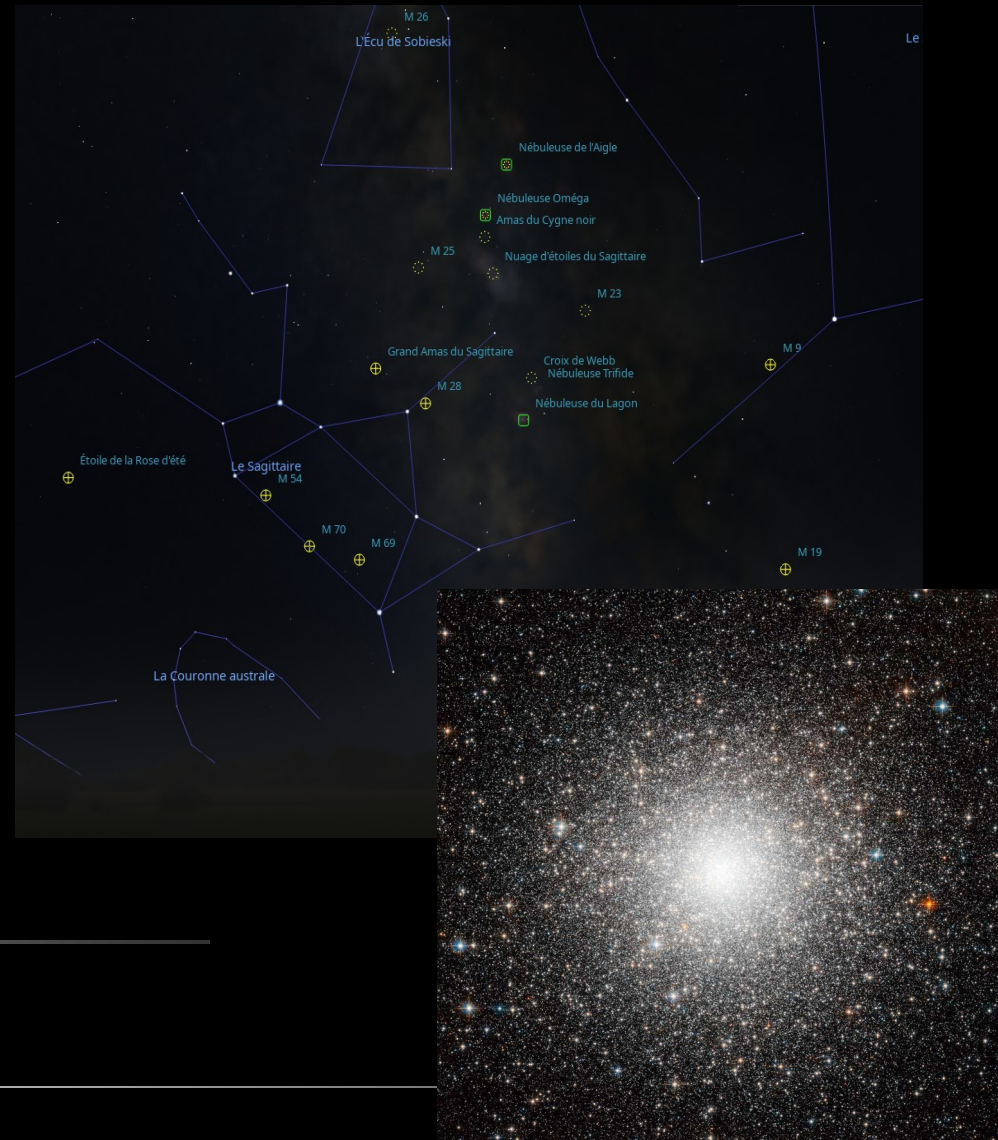
La vitesse de la précession de la galaxie et les vitesses verticales d'étoiles détectée conduit les astronomes à croire que la déformation doit être causée par une collision en cours avec une galaxie plus petite, la galaxie du Sagittaire

La galaxie du Sagittaire

La galaxie naine du Sagittaire est une galaxie satellite de la Voie lactée, située à environ 70 000 à 80 000 années-lumière de la Terre et serait en cours de fusion avec notre galaxie.

Selon certains modèles, un passage de la galaxie du Sagittaire dans le plan de la Voie Lactée se serait produit il y a 5,7 milliards, 1,9 milliard et 1 milliard d'années.

M54 pourrait être le cœur de la galaxie naine du Sagittaire



La galaxie Gaïa-Encelade

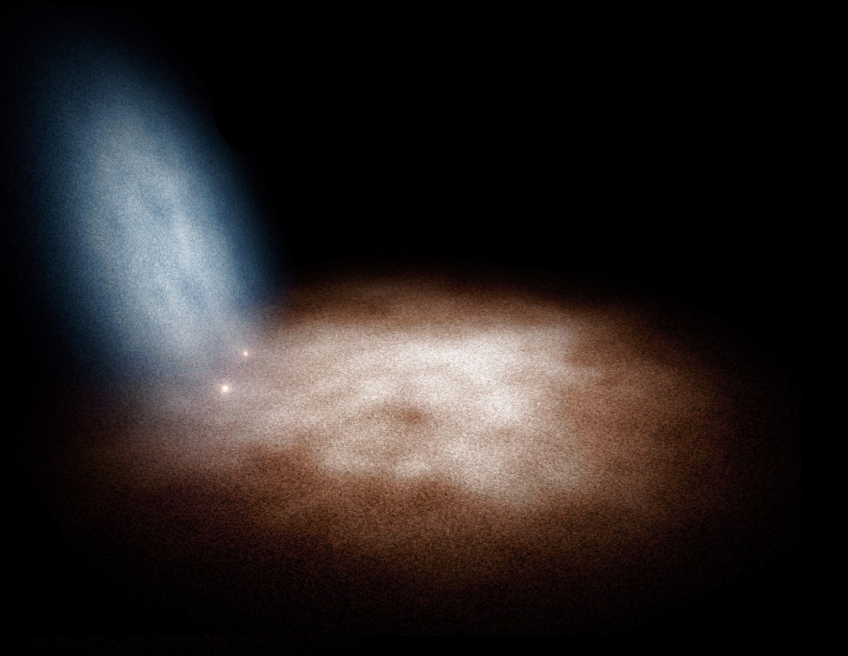
Gaïa a mis en évidence les vestiges d'une ancienne collision d'une galaxie naine avec la voie Lactée

Gaïa-Encelade est une ancienne galaxie accrétée par la Voie Lactée il y a environ 11 milliards d'années

Gaïa-Encelade est constituée d'au moins huit amas globulaires situés à l'opposé du Soleil dans la voie Lactée

La collision avec Gaia-Encelade n'a pas été un impact frontal unique, mais plutôt un processus d'accrétion étendu sur plusieurs centaines de millions d'années.

<https://youtu.be/Kdwl8rIMgVE?si=yYm6Zk3Qu3oFWXAM>

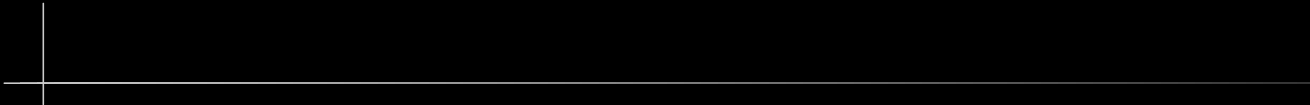


La formation des galaxies sur 12 milliards d'années : animation scientifique basée sur des données issues de Gaïa

<https://youtu.be/Kdwl8rIMgVE?si=yYm6Zk3Qu3oFWXAM>

Le mouvement des étoiles dans la Voie Lactée

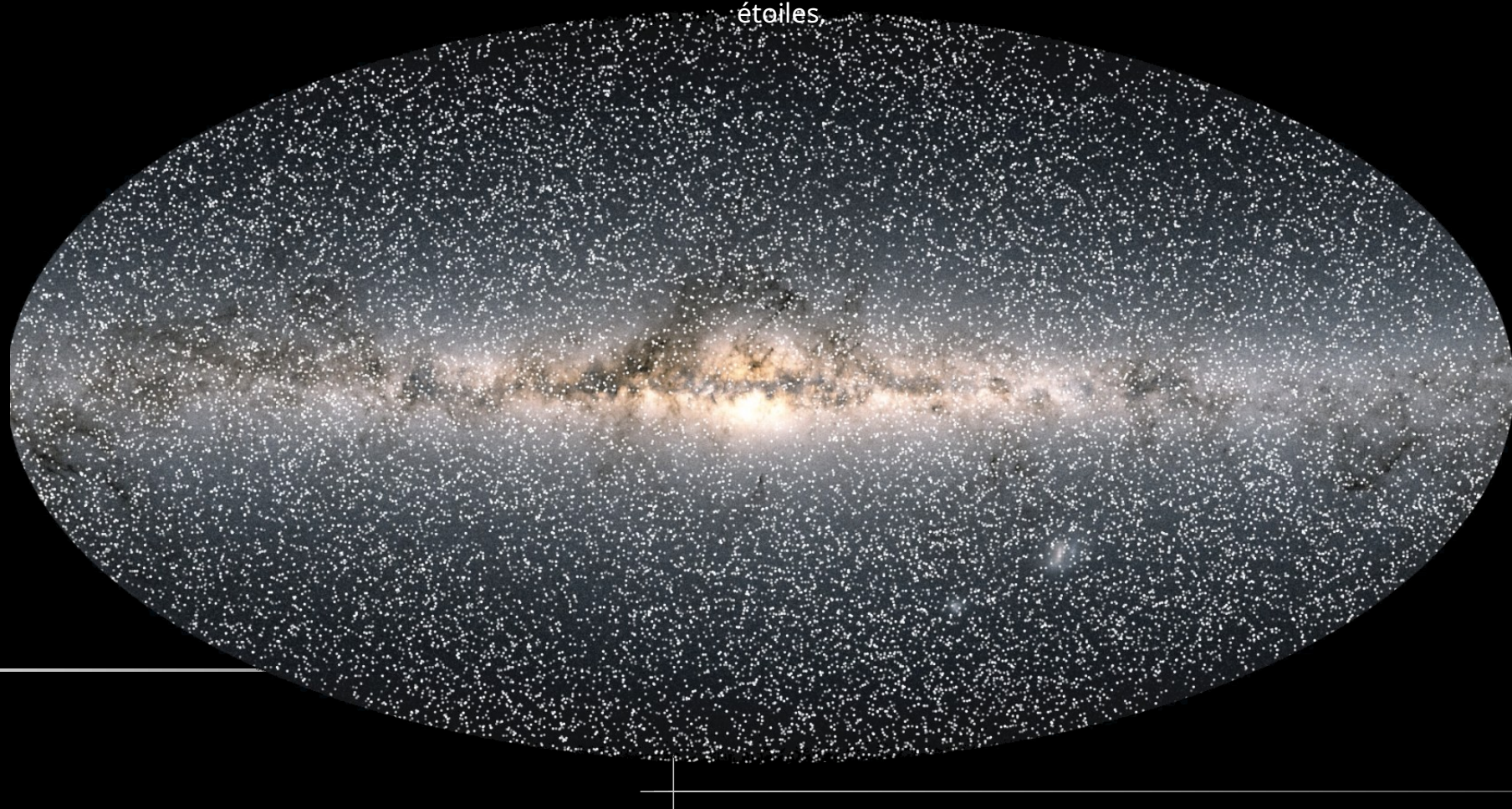
<https://youtu.be/87lgSRVUSxM>



Le mouvement des étoiles

Positions sur le ciel des 40 000 étoiles proches issues de Gaia EDR3 .

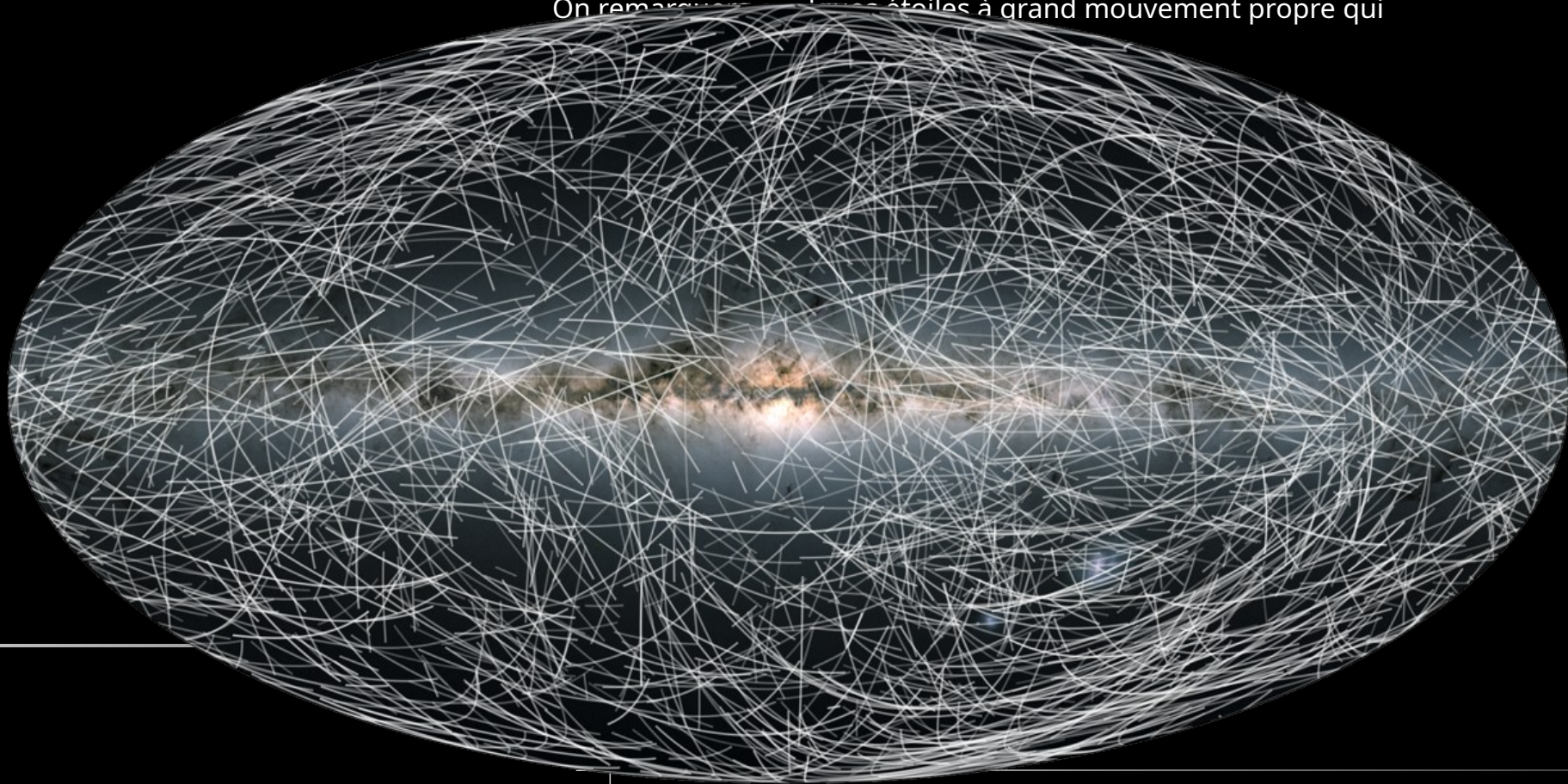
Chaque point montre la position actuelle sur le ciel de chacune de ces étoiles.



Le mouvement des étoiles

Mouvements sur le ciel des 40 000 étoiles de Gaia EDR3. Chaque trait montre le mouvement sur le ciel de chacune de ces étoiles en 80 000 ans.

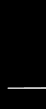
On remarque les étoiles à grand mouvement propre qui



Mouvement de 40.000 étoiles sur 80.000 ans simulé par Gaïa

<https://www.youtube.com/watch?v=Jqaa8P2SE7w>

<https://www.youtube.com/watch?v=Jqaa8P2SE7w>

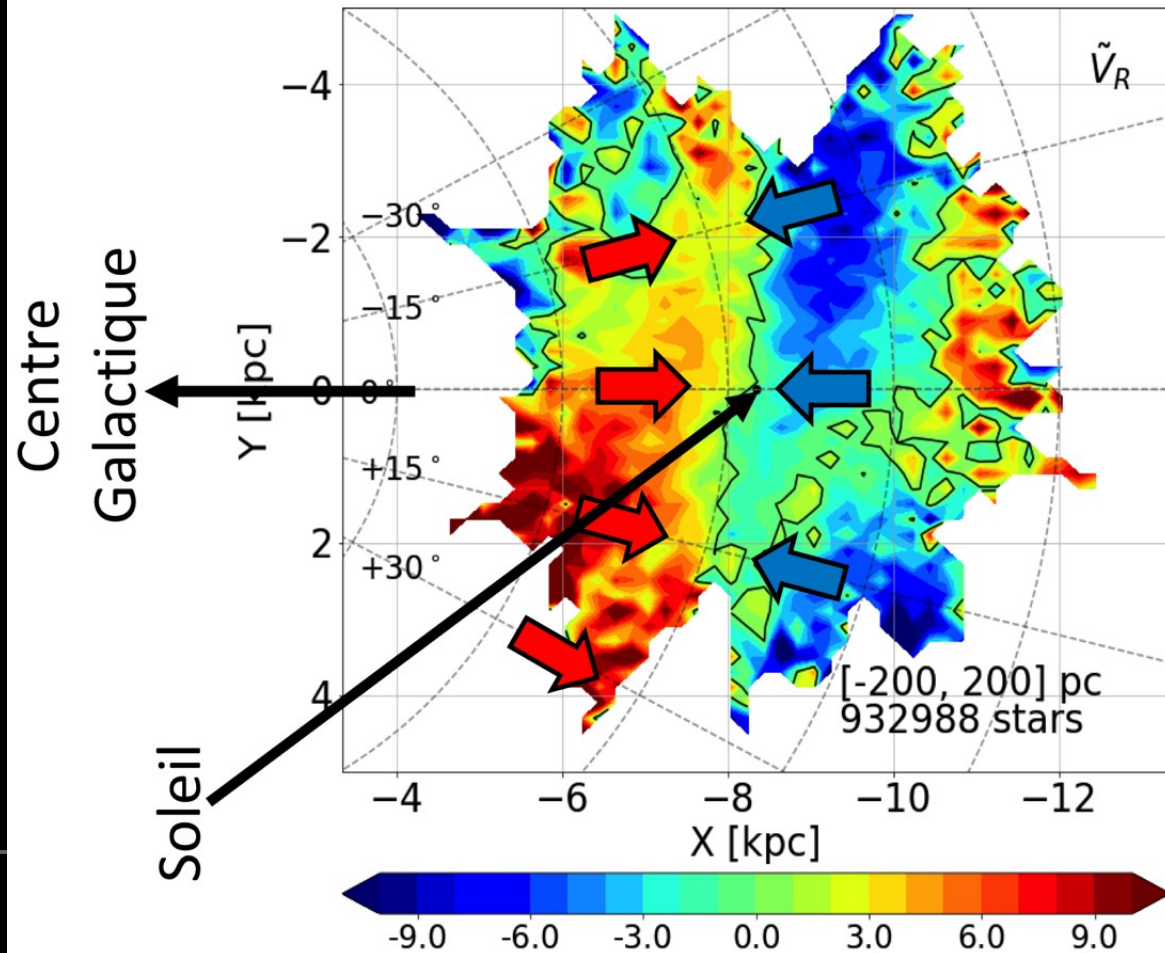


Cinématique du disque galactique

Cartographie des mouvements radiaux dans le disque galactique : vitesses radiales de 930 000 étoiles situées dans le plan galactique.

Elle montre que le disque de notre Galaxie n'est pas à l'équilibre : en plus du mouvement global de révolution autour du Centre Galactique.

- les étoiles plus proches du Centre Galactique que le Soleil se déplacent vers l'extérieur de la Galaxie, (flèches rouges)
- les étoiles plus lointaines se déplacent vers l'intérieur (flèches bleues)

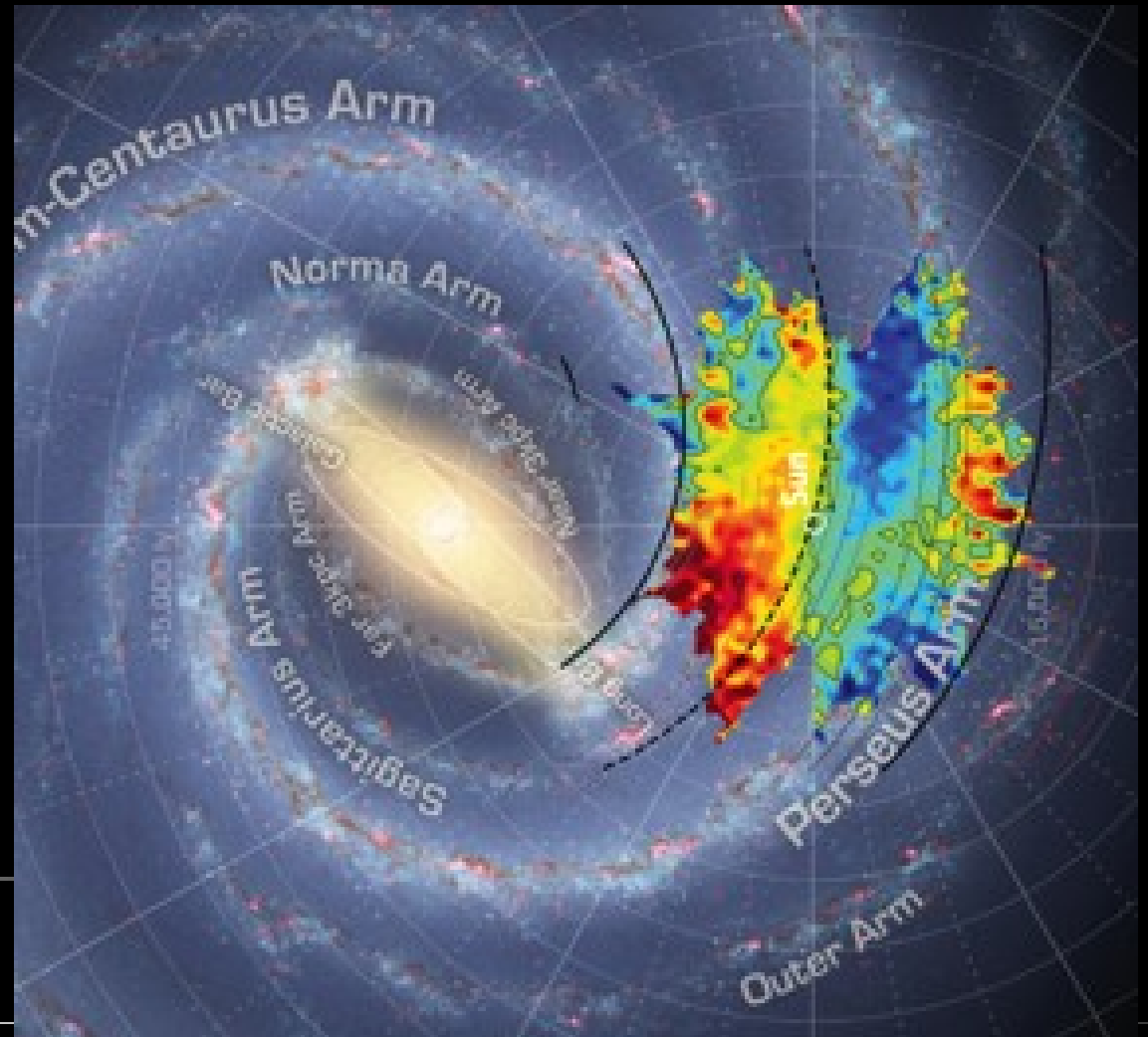


Cinématique du disque galactique

les mesures de Gaia sont superposées au tracé des bras.

Ces mouvements dans le disque galactique sont dus à la présence des bras spiraux et de la barre

Des simulations confirment cette hypothèse.



Cinématique du disque galactique

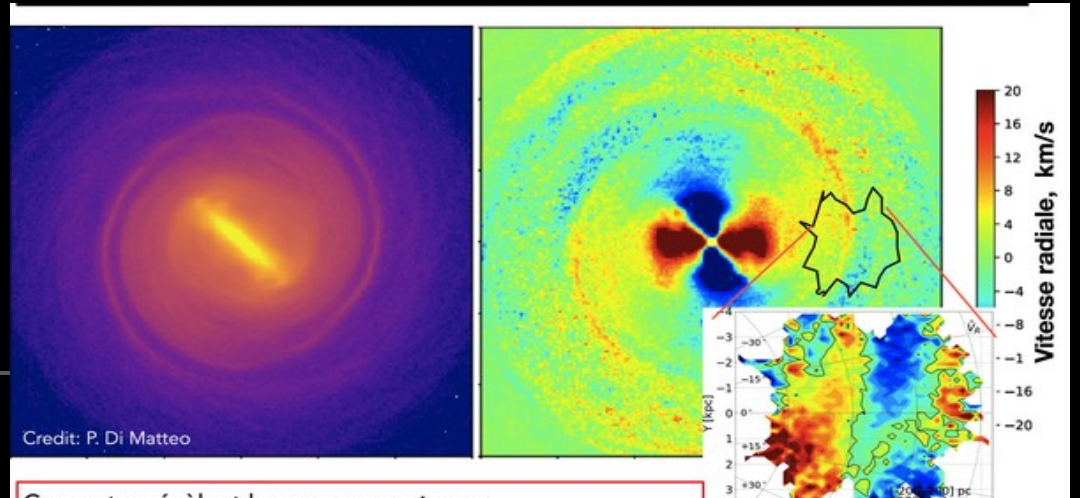
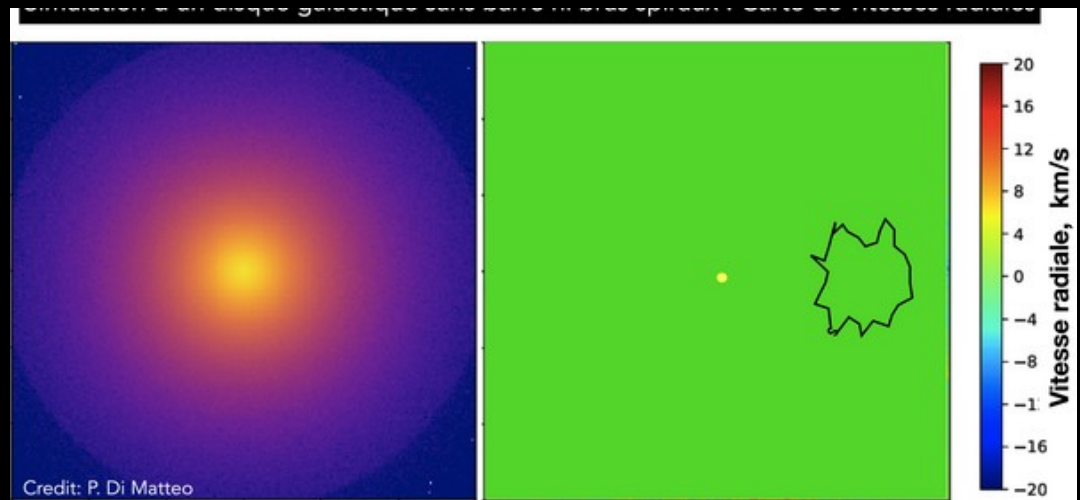
Ces vitesses radiales ont été confirmée par des simulations du disque de notre Galaxie.

La figure du dessus montre la simulation d'un disque de galaxie sans barre ni bras spiraux : densité et uniformité des vitesses radiales.

La figure du dessous montre la simulation d'un disque de galaxie avec barre et bras spiraux : les perturbations produites par la barre et les bras spiraux sur les vitesses radiales.

Sur ces deux Figures est tracé le contour de la zone où sont situées les 930 000 étoiles de l'échantillon

En insert les mouvements provoqués par la présence de la barre et des bras spiraux, très semblables à ceux qui sont observés par Gaia



Plongée dans les nuages de Magellan

Les Nuages de Magellan sont deux galaxies naines très proches de notre Galaxie. (160 000 al)

Depuis l'hémisphère Sud ils sont visibles à l'œil nu.

Avec un petit télescope on en distingue les étoiles

Gaïa en a observé 1,3 million et a mesuré leurs déplacements avec une très grande précision

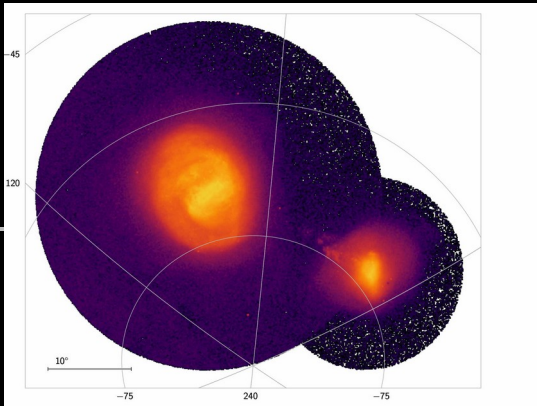


Une reconstitution de la zone observée par Gaïa DR3

Le grand nuage de Magellan LMC est une galaxie spirale avec une barre marquée

Le Petit nuage de Magellan SMC est une galaxie irrégulière

Entre les deux, un pont d'étoiles

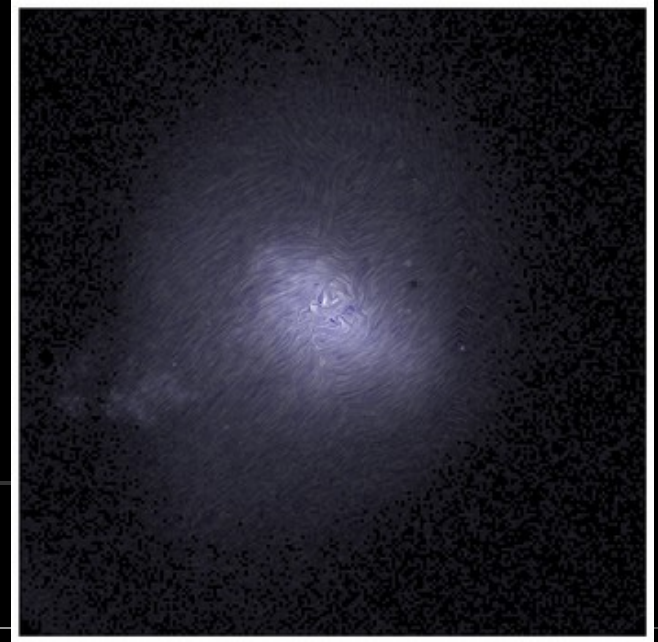
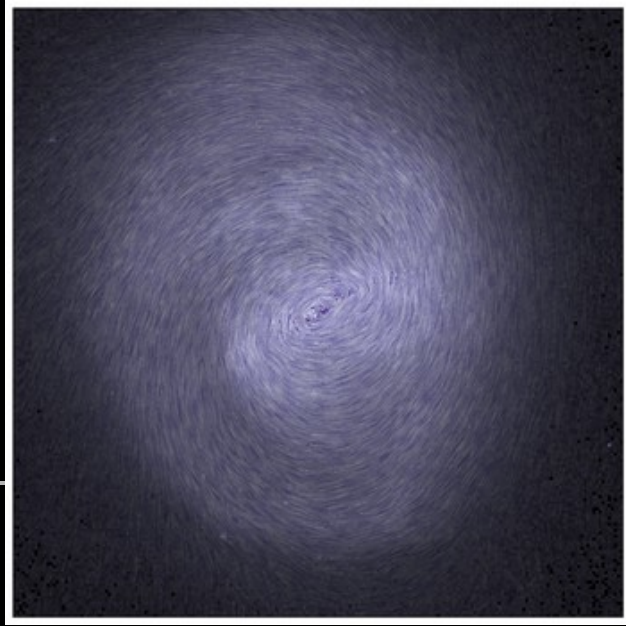


Plongée dans les nuages de Magellan

Pour la première fois, les données de Gaïa DR3 permettent de mettre en évidence les mouvements d'ensemble des étoiles des deux Nuages.

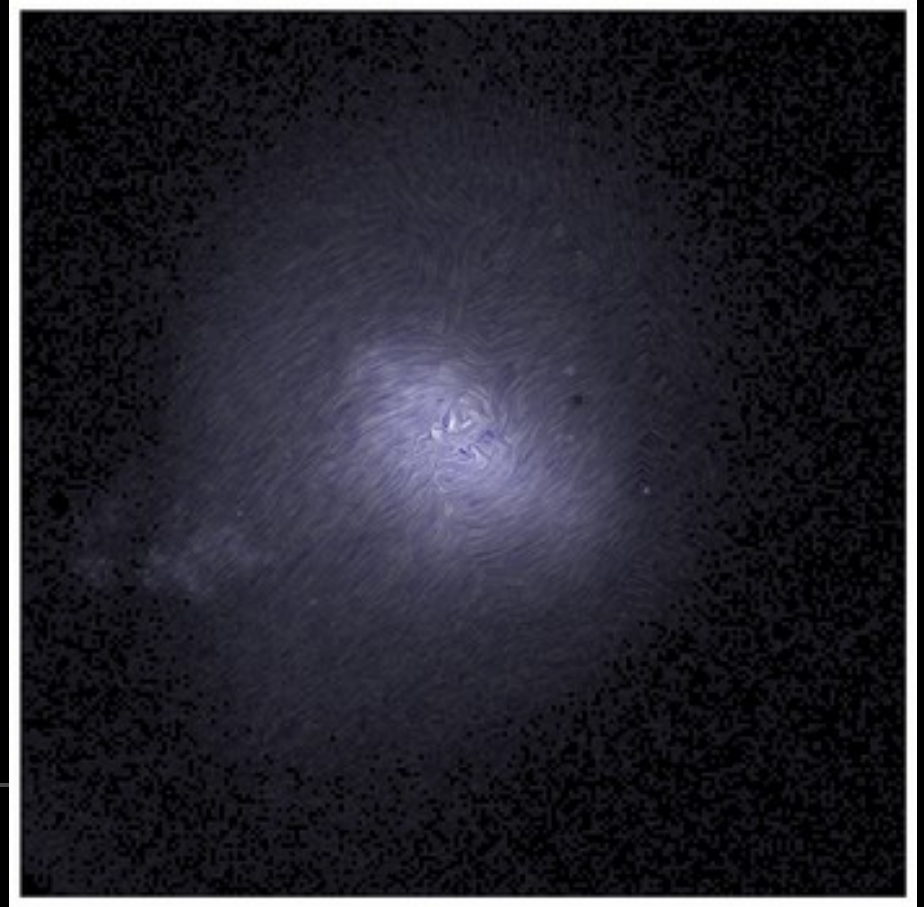
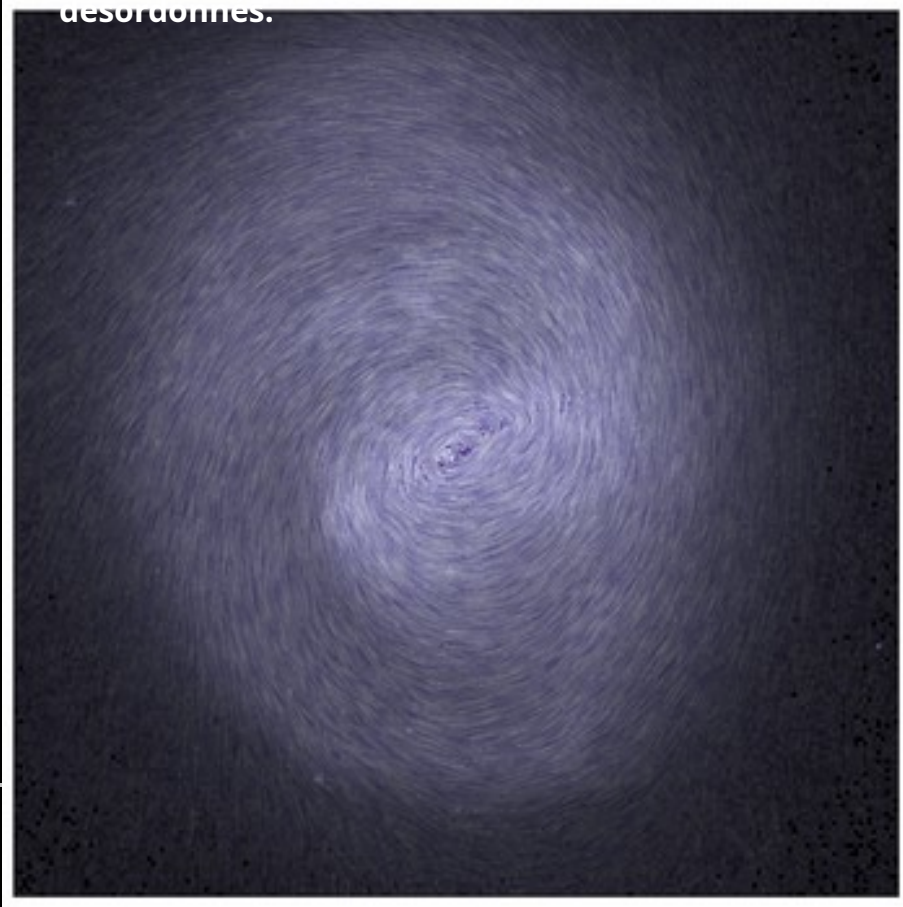
Les figures ci-dessous sont une illustration des champs de vitesse des étoiles des deux Nuages de Magellan.

La direction des traits indique la direction des mouvements propres et plus ils sont brillants, plus la densité en étoiles est grande.



Plongée dans les nuages de Magellan

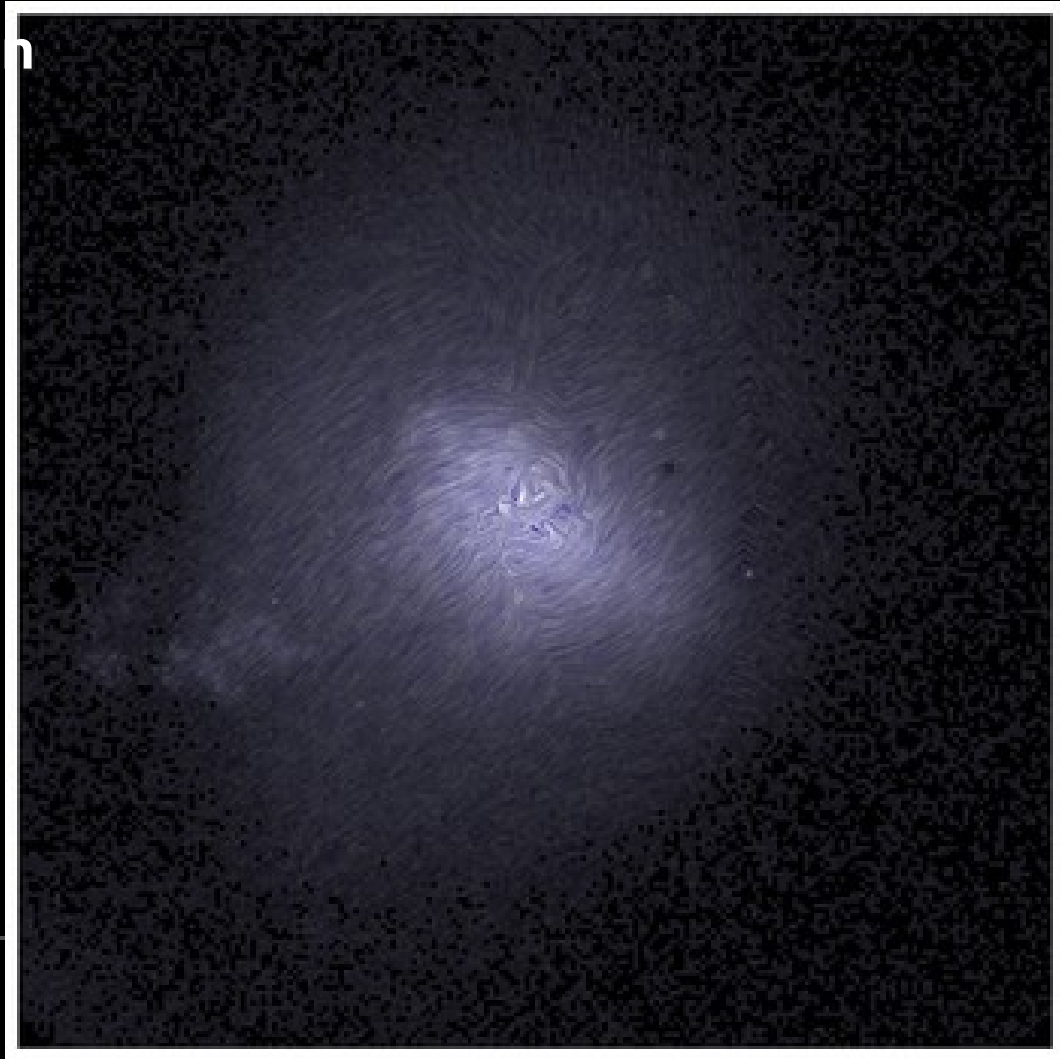
On voit clairement la rotation du Grand Nuage de Magellan LMC alors que les mouvements dans le SMC sont plus désordonnés.



Plongée dans les nuages de Magellan

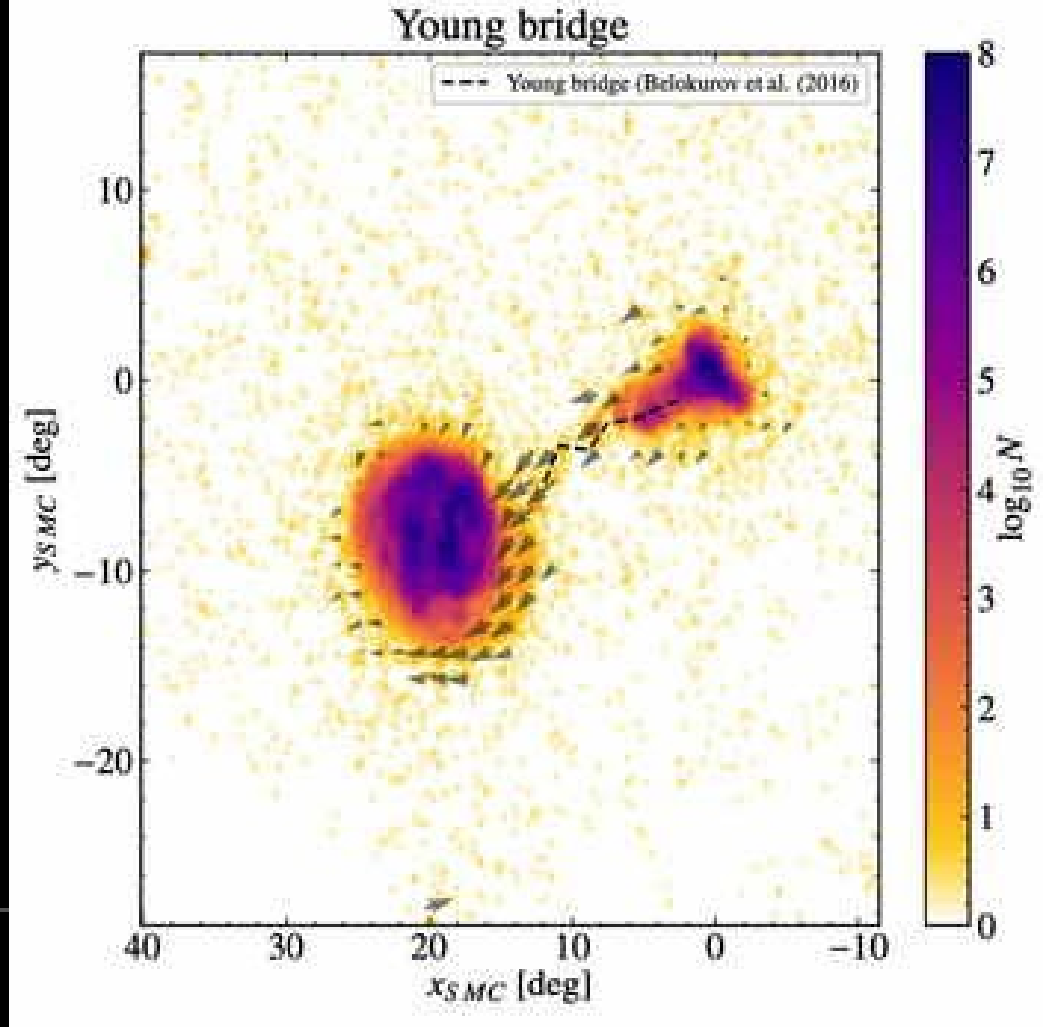
On remarque cependant dans le Petit Nuage de Magellan un mouvement d'ensemble des étoiles vers le Grand Nuage.

Ceci est causé par l'interaction gravitationnelle entre les deux galaxies, qui voit le Petit Nuage être peu à peu détruit par le Grand Nuage.



Plongée dans les nuages de Magellan

La qualité des données de Gaia EDR3 permet de mettre directement en évidence les mouvements des étoiles du Petit Nuage de Magellan vers le Grand, illustrant l'interaction gravitationnelle entre les deux Nuages.



Les trous noirs

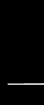
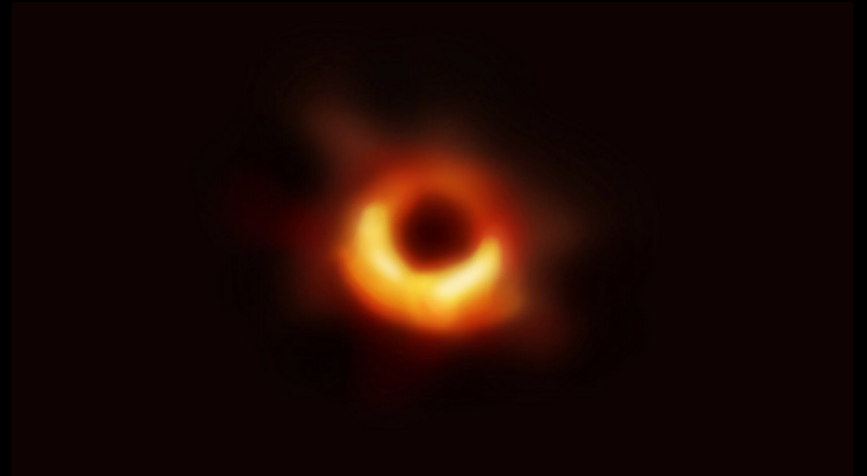
Il y aurait dans notre galaxie quelques milliards de trous noirs...
Seuls 60 à 100 (selon les critères de recensement) sont formellement identifiés

Les trous noirs stellaires résultent de l'effondrement d'une étoile massive à la fin de sa vie.

Le troisième catalogue Gaia contient plus de 1,8 milliard de sources. Les observations des trois instruments à bord de Gaia, astrométrique, photométrique et spectroscopique, ont permis de montrer qu'au moins 800 millions d'entre elles font partie de systèmes doubles ou multiples

La grande majorité de ceux que nous connaissons ont été identifiés dans des binaires à rayons X.

Dans ces binaires, l'émission de rayons X est due à la matière perdue par l'étoile en orbite autour du trou noir



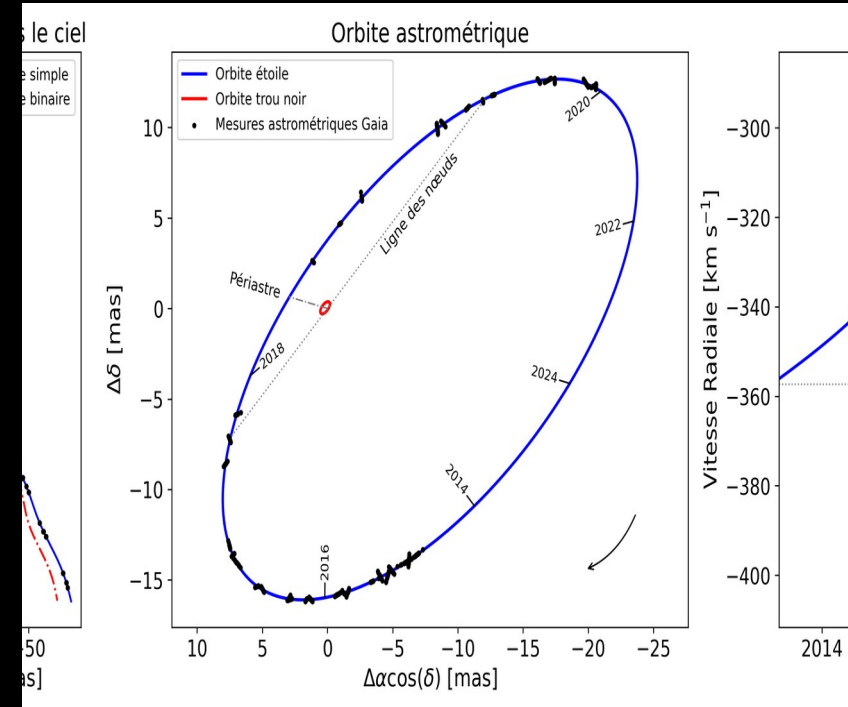
Les trous noirs

Lorsqu'un trou noir n'a pas de compagnon suffisamment proche pour lui voler de la matière, il n'émet aucun rayonnement, d'où la difficulté pour les détecter

On les appelle trou noir dormant.

Leur présence peut cependant être révélée par les perturbations du mouvement d'un compagnon brillant qui, lui, peut être observé.

Grâce à sa combinaison d'instruments, Gaia peut détecter simultanément les perturbations du mouvement sur le ciel et les variations de la vitesse radiale, donc détecter des trous noirs dormants



Les trous noirs découverts par Gaïa

Trois trous noirs stellaires ont été découverts par Gaïa

Gaïa BH1 est un trou noir de $9,6 M_{\odot}$, dont le compagnon est une étoile semblable au Soleil, orbitant à 1,4 fois la distance Terre-Soleil du trou noir

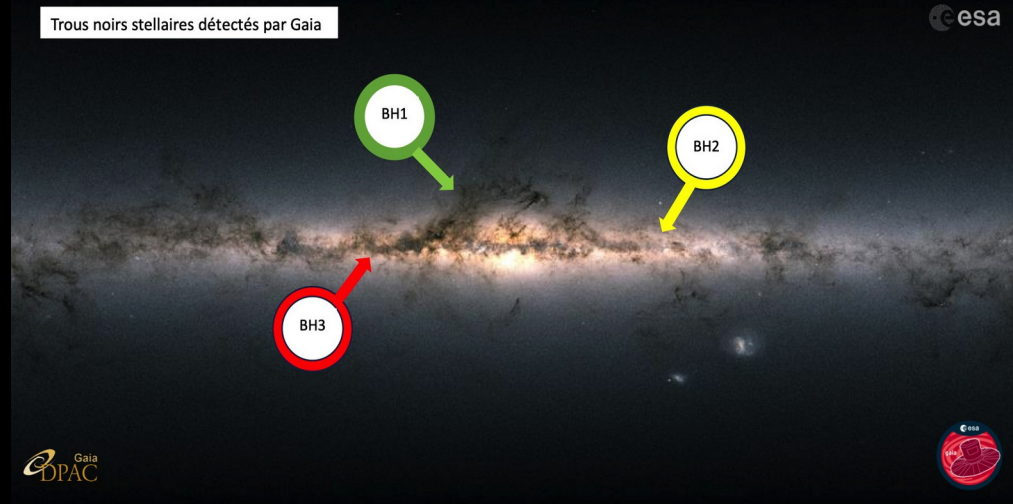
C'est le trou noir le plus proche de la Terre actuellement connu, à seulement 1560 années-lumières

Gaïa BH2, de masse $8,9 M_{\odot}$, dont le compagnon est une géante rouge d'environ une masse solaire, est situé à environ 3800 années-lumières

Gaïa BH3 composé d'une vieille étoile géante de $0,76 M_{\odot}$, en orbite autour d'un trou noir dont la masse est estimée à $32,70 M_{\odot}$.

Cette masse est bien supérieure à celles des trous noirs d'origine stellaire déjà connus dans notre Galaxie dont les masses typiques sont autour ou en dessous de $10 M_{\odot}$.

C'est la première fois qu'un trou noir d'origine stellaire aussi massif et si proche du Soleil a été découvert.



Les trous noirs découverts par Gaïa

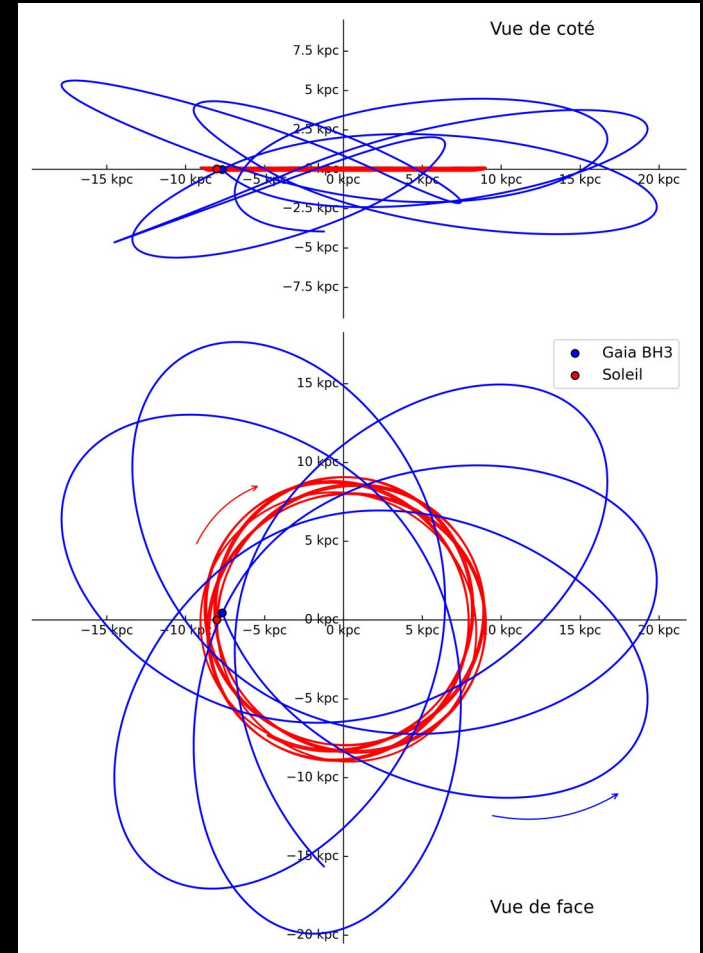
L'orbite de Gaia BH3 dans la Galaxie, est très inhabituelle et très différente des orbites quasi-circulaires autour du centre galactique.

Ces caractéristiques cinématiques et la très faible métallicité de Gaia BH3 suggèrent que ce système pourrait appartenir au courant ED-2 récemment découvert

Ce courant d'étoiles est probablement le vestige d'un amas globulaire très pauvre en métaux disloqué par la Voie lactée

La découverte de ces trous noirs dormants très massifs ouvre la voie à l'étude d'une population jusqu'à présent inconnue. Ces trois trous noirs étant très proches du Soleil, on s'attend, statistiquement, à ce qu'il en existe beaucoup d'autres.

Les futurs catalogues Gaia DR4 et Gaia DR5 nous diront si cette hypothèse est correcte.



Les astéroïdes



Les troyens sont clairement visibles.

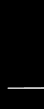
La ceinture principale est la région fortement peuplée d'astéroïdes entre Mars et Jupiter

Les objets transneptuniens ne sont pas représentés sur ce graphique

99% des objets mobiles détectés sont des astéroïdes connus

Les observations de Gaia permettent d'améliorer la détermination des orbites des astéroïdes et d'y détecter des anomalies subtiles liées à leur forme, ou de détecter des satellites d'astéroïdes

Merci pour votre patience...



Découvertes scientifiques

Physique galactique

formation et évolution de la Galaxie

recensement complet du voisinage solaire

caractéristiques et cinématique de toutes les populations d'étoiles , dans toutes les parties de la Galaxie

recensement des âges , âge des plus vieux objets de la Galaxie

dynamique de la structure spirale, migration, gauchissement, distribution de la masse invisible, détection des courants d'étoiles, signatures de rencontres passées

Physique stellaire

détermination des paramètres fondamentaux pour tous les types possibles d'étoiles : luminosités, masses, diamètres

détermination des âges

étude de toutes les phases d'évolution depuis les proto-étoiles jusqu'aux phases ultimes

étude des zones de formation stellaire

confrontation avec les modèles de structure et d'évolution stellaire

détection systématique de la binarité

détection systématique de la variabilité (70 observations par objet, en moyenne)

Systèmes planétaires extra-solaires

inventaire complet de planètes de type Jupiter en orbite autour des 200 000 étoiles les plus proches

détection astrométrique de plusieurs milliers de systèmes planétaires

détection photométrique de transits planétaires

X

Systèmes de référence

observation d'environ un demi-million de quasars permettant la réalisation directe du système de référence ICRS dans le v
plus de 30 000 étoiles par degré carré

réalisation du système dynamique par l'observation de 106 objets du système solaire, comparaison avec l'ICRS

Echelle des distances, Groupe Local

luminosité absolue de tous les indicateurs primaires de distance ,

détermination directe des distances individuelles pour les étoiles les plus brillantes et distances moyennes de zones des ga
dynamique du Groupe Local, orbites et interactions entre galaxies, détection de possibles rencontres ou fusions

X

Galaxies extérieures

survey photométrique de plus d'un million de galaxies

détection de 20 à 30 000 supernovae

détection de quelque 500 000 quasars

Système solaire

observation de centaines de milliers d' astéroïdes , dans la ceinture principale et la ceinture de Kuiper (au-delà de Neptune)

recherche de petits corps autour de Mars, de la Terre, de Vénus

détection de milliers d'astéroïdes géocroiseurs

masses et diamètres, satellites et binarité

classes taxonomiques à partir de la photométrie multicolore

X

Physique fondamentale

coefficient de courbure de la métrique à mieux que 1×10^{-6}

facteur de précession du périhélie des astéroïdes à mieux que 2×10^{-4}

moment quadrupolaire de Soleil à à mieux que 10^{-7}

variation séculaire de la constante de la gravitation à mieux que $5 \times 10^{-13} \text{ an}^{-1}$

X

Système solaire

observation de centaines de milliers d' astéroïdes , dans la ceinture principale et la ceinture de Kuiper (au-delà de Neptune)

recherche de petits corps autour de Mars, de la Terre, de Vénus

détection de milliers d'astéroïdes géocroiseurs

masses et diamètres, satellites et binarité

classes taxonomiques à partir de la photométrie multicolore

Physique fondamentale

coefficient de courbure de la métrique à mieux que 1×10^{-6}

facteur de précession du périhélie des astéroïdes à mieux que 2×10^{-4}

moment quadrupolaire de Soleil à mieux que 10^{-7}

variation séculaire de la constante de la gravitation à mieux que $5 \times 10^{-13} \text{ an}^{-1}$