

La mission Gaia

Gaia est une mission d'avant-garde de l'ESA qui révolutionne notre vision de la Galaxie avec un relevé stéréoscopique détaillé et minutieux de près de deux milliards d'objets célestes.

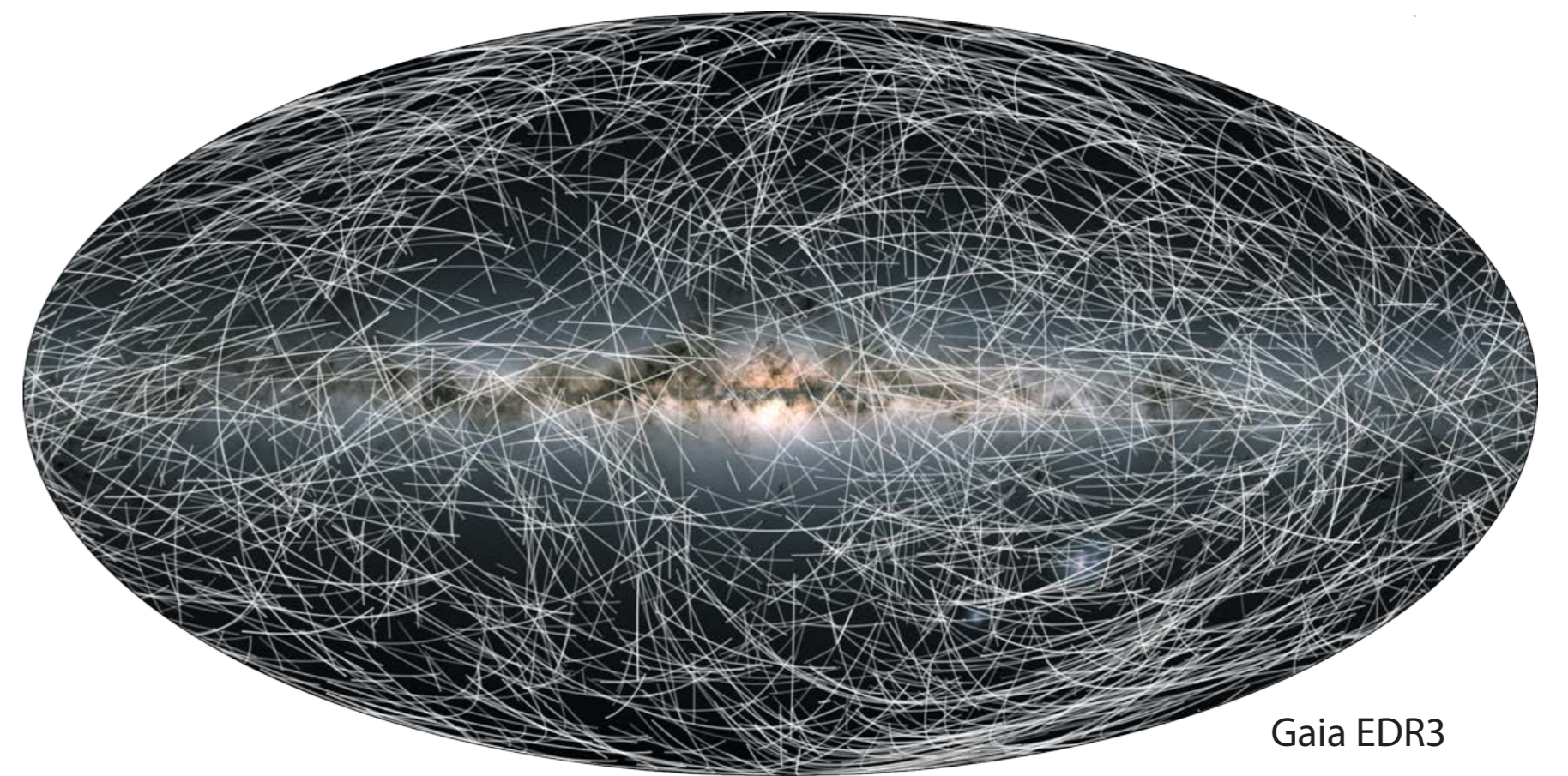
Grâce à une astrométrie de haute précision, Gaia permet de construire une carte 3D dynamique de notre Galaxie, avec une précision et une portée sans précédent, tandis que ses mesures spectroscopiques donnent accès aux vitesses radiales et à une analyse chimique détaillée des atmosphères stellaires, et ses mesures photométriques aux luminosités, couleurs et propriétés physiques des objets observés.

Sélectionnée par l'Agence Spatiale Européenne (ESA) en 2000 et lancée le 19 décembre 2013 depuis Kourou, Gaia est dans la continuité des innovations européennes en termes d'astrométrie, à la suite de la première (et seule) mission d'astrométrie spatiale, Hipparcos (1989-1993).

Avec ce relevé exhaustif jusqu'à la magnitude 20-21, représentant une fraction significative de la population galactique, Gaia permet d'aborder des questions encore sans réponse concernant notre Galaxie, comme l'histoire de sa formation, son état actuel et son évolution future. Ce relevé inclut également des étoiles rares ou dans des phases rapides d'évolution, près d'un million d'étoiles doubles ou multiples ainsi que 10 millions d'étoiles variables et des milliers de naines brunes et d'exoplanètes. De plus, Gaia cartographie en détail notre voisinage immédiat, détectant des centaines de milliers de petits corps du Système Solaire. Au-delà de la Voie lactée, Gaia observe des objets extragalactiques comme les supernovas et les quasars, et de nombreuses galaxies distantes.

Grâce à une analyse et un traitement des données sophistiqués, les données brutes de Gaia sont transformées en catalogues successifs de plus en plus précis et contenant de plus en plus d'étoiles et de plus en plus d'information: Gaia DR1 en septembre 2016, Gaia DR2 en avril 2018, Gaia DR3 en décembre 2020 et juin 2022.

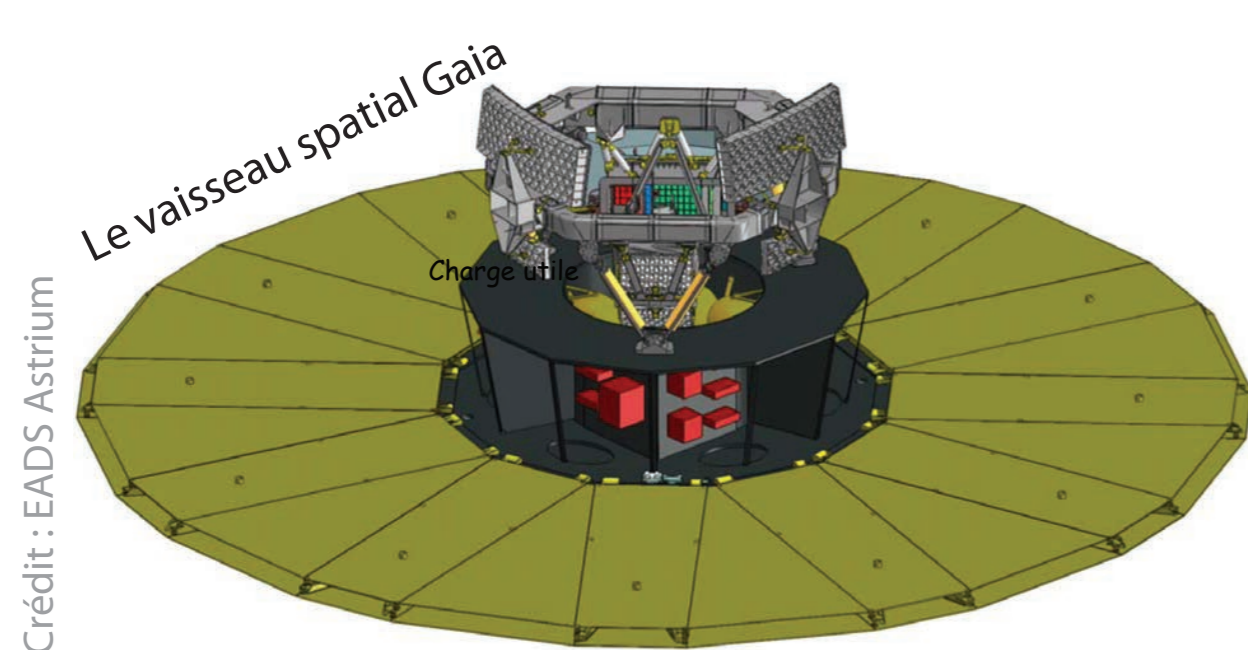
La publication de ces catalogues a déjà commencé à révolutionner de nombreux domaines : amélioration des orbites des astéroïdes et prédiction beaucoup plus précise des occultations ; mise en évidence de deux populations distinctes parmi les naines blanches ; modélisation détaillée de l'évolution des différents types d'étoiles ; analyse des perturbations dues aux bras spiraux et à la barre présente au centre de notre Galaxie ; découverte de traces de collisions entre notre Galaxie et d'autres galaxies, mais aussi identification des étoiles capturées ; déductions sur la formation du halo ; étude détaillée des interactions avec les Nuages de Magellan ; amélioration majeure du système de référence extragalactique raccordé aux positions très précises de quasars et de galaxies lointaines compactes.



Gaia EDR3

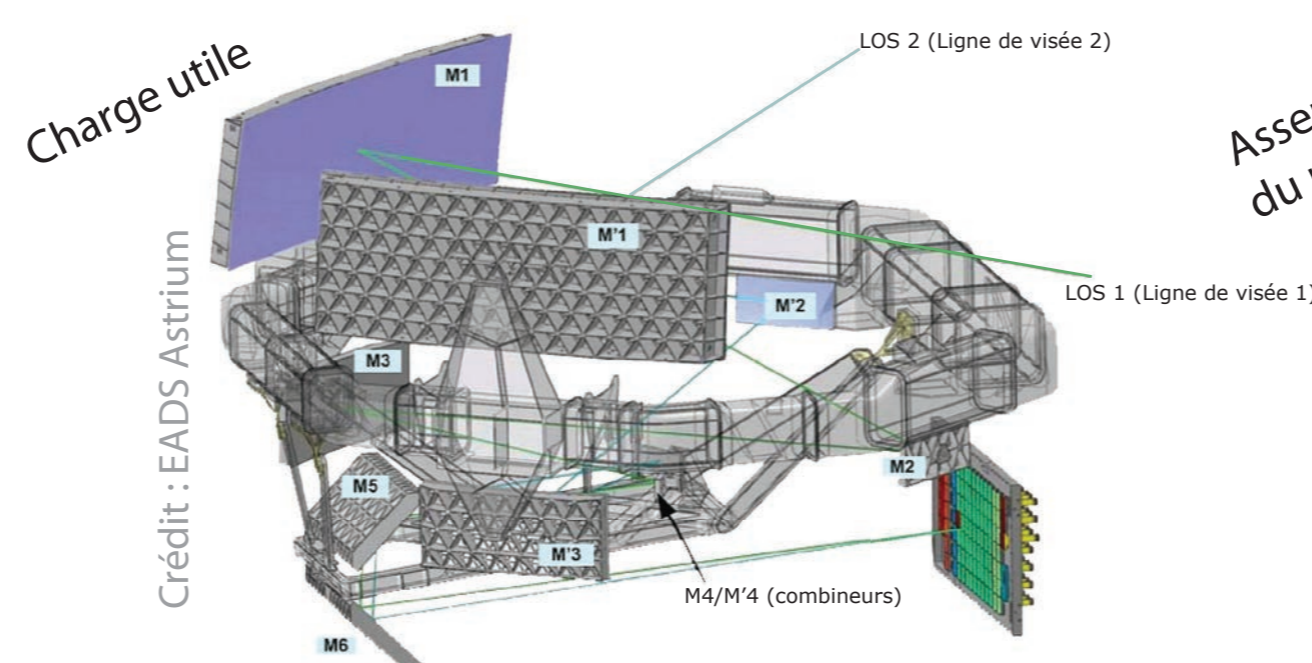
Et ce ne sont que quelques exemples parmi beaucoup d'autres. Avec Gaia DR3, de nouvelles applications deviennent accessibles: structure et dynamique des parties externes du disque et du halo de notre Galaxie ainsi que des différentes populations d'étoiles dans les Nuages de Magellan; inventaire détaillé des étoiles proches du Soleil; mesure, avec une précision sans précédent, de l'accélération du Système Solaire dans la Galaxie; analyse détaillée des multiples sortes d'étoiles multiples (étoiles, exoplanètes, objets compacts) et d'étoiles variables (24 classes différentes); cartographie chimique détaillée de notre Galaxie, étude du milieu interstellaire diffus; analyse du mouvement de rotation de la Voie lactée sur elle-même; mesure systématique des décalages vers le rouge de plusieurs millions de quasars et de galaxies, etc..

Pour la première fois dans l'histoire de l'astronomie, un même instrument apporte simultanément les paramètres astrométriques et astrophysiques et ce, pour près de deux milliards d'objets.



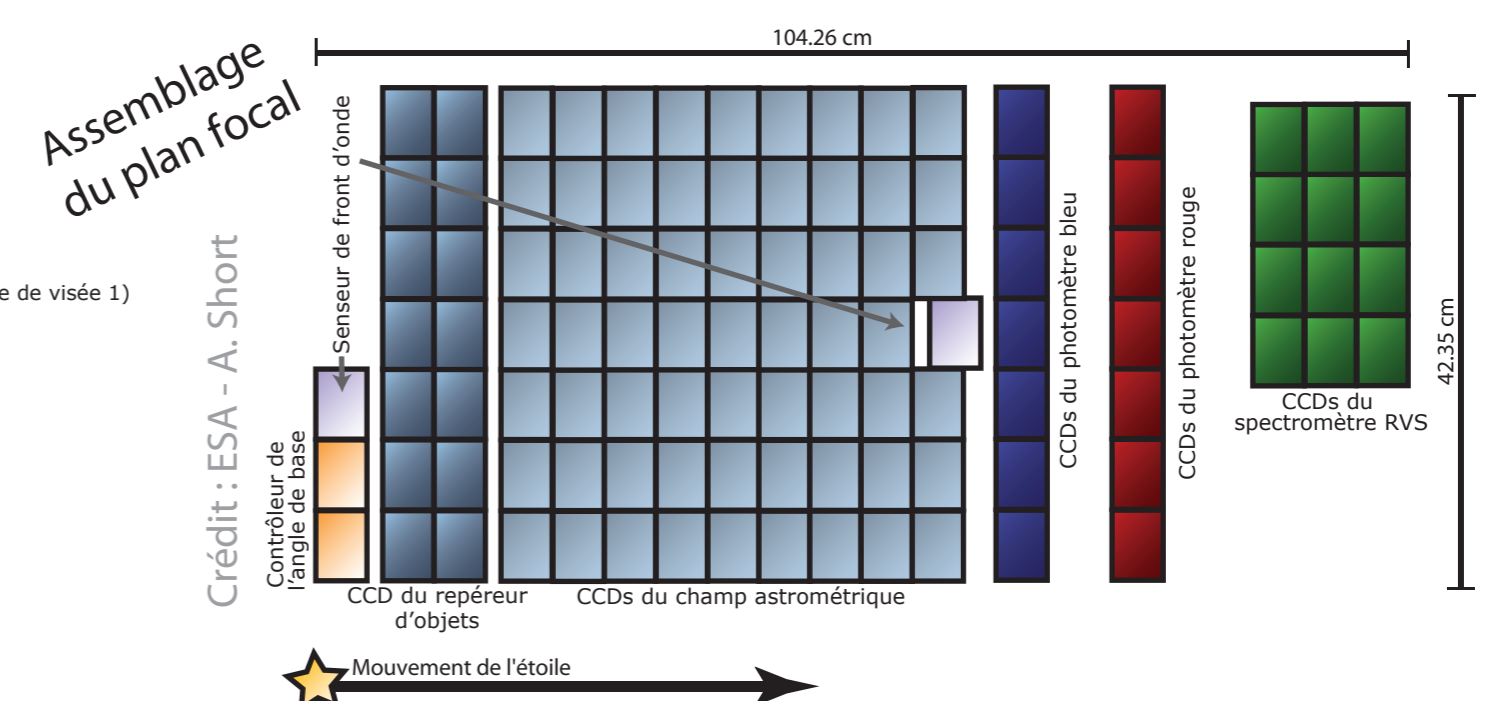
Crédit : EADS Astrium

Le vaisseau spatial Gaia



Crédit : EADS Astrium

Charge utile



Crédit : ESA - A. Short

Assemblage du plan focal

Vaisseau spatial et instruments

À 1,5 million de kilomètres de la Terre, en direction opposée au Soleil, Gaia est en orbite autour du second point de Lagrange, L2, une position d'équilibre gravitationnel (instable) du système Soleil-Terre-Lune.

Gaia contient deux télescopes séparés par un angle de base ultra-stable et présentant chacun leur ouverture vers le ciel mais projetant la lumière dans un plan focal commun. La lumière émise par un objet céleste entrant par une des ouvertures est renvoyée par un grand miroir situé en face (M1 et M'1). Elle est ensuite réfléchi sur une série d'autres miroirs, avec une longueur focale de 35m, les deux chemins optiques se rencontrant sur un combineur de faisceaux, M4/M'4, avant d'atteindre le plan focal.

Ce plan focal est constitué d'une très grande mosaïque de CCDs dédiés et sophistiqués assez similaires à ceux que l'on trouve dans les appareils photos numériques. Mais Gaia, avec ses 106 CCDs contient près d'un milliard de pixels (gigapixel), bien plus que les quelques millions que l'on trouve couramment sur un appareil numérique. Le plan focal est partagé par les instruments astrométrique, photométrique et spectroscopique. Tandis que le satellite tourne lentement, la lumière des objets traverse le plan focal. Au fur et à mesure, et grâce à un petit mouvement de précession du satellite, Gaia balaye tout le ciel ; le ciel complet est observé en moyenne 140 fois en 10 ans.

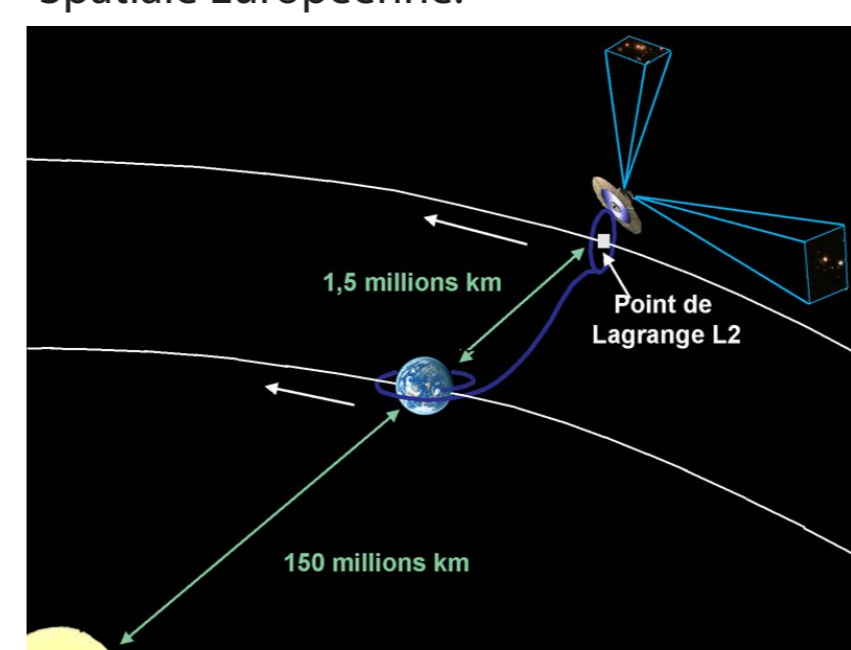
Les mesures astrométriques de Gaia reposent sur le concept d'astrométrie globale prouvé avec succès par le satellite Hipparcos. Les deux lignes de visée permettent à Gaia de mesurer les séparations entre les milliers d'objets présents simultanément dans les deux champs de vue. Ces mesures de grands angles construisent un réseau très rigide de positions relatives qui contribuent à la précision exceptionnelle de Gaia.

Pour plus d'informations: gaia.obspm.fr (en français) et www.cosmos.esa.int/gaia (en anglais)
Pour télécharger cette affiche : gaia.obspm.fr/documentation/article/depliant-et-posters

Traitement des données

La nature de la mission Gaia conduit à l'acquisition d'une quantité énorme de données complexes et très précises, celle des dizaines d'observations de 1,8 milliard d'objets vus en stéréo par un instrument en rotation continue. Le défi de Gaia, transformer des données télémétriques brutes en données scientifiques, représente une tâche énorme en termes d'expertise, de travail et de puissance de calcul dédiée.

Une très grande équipe de scientifiques et de développeurs européens, le DPAC (Data Processing and Analysis Consortium) est responsable du traitement des données avec l'objectif de produire les Catalogues Gaia successifs. Avec des participants dans 18 pays, ce Consortium réunit les talents et les expertises du continent, représentant bien la nature internationale et l'esprit coopératif de l'Agence Spatiale Européenne.



EADS Astrium (maintenant Airbus Defence and Space)

En mai 2006, la construction du satellite Gaia a été confiée à l'entreprise spatiale EADS. Les technologies de pointe utilisées reposent sur l'expertise d'Astrium dans le spatial. Ayant également fabriqué le satellite précurseur de Gaia, Hipparcos, EADS Astrium a apporté une expérience essentielle au projet.



Gaia : l'arpenteur de la Voie Lactée