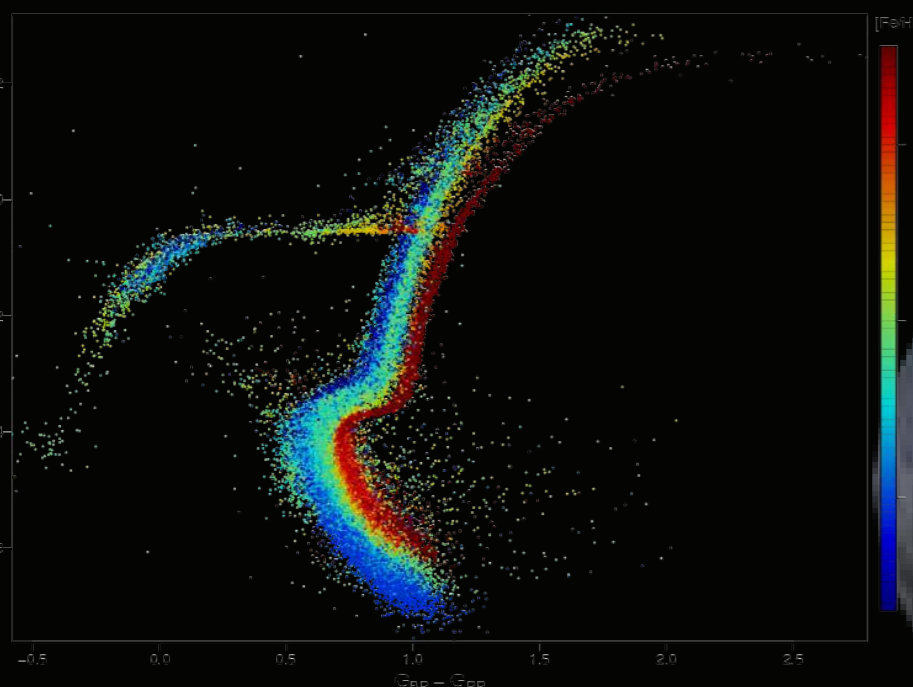


# Les retombées scientifiques de Gaia

## Astrophysique stellaire

Gaia observe des étoiles de tous types, y compris celles qui sont dans les phases d'évolution les plus rapides ou peu présentes dans le voisinage solaire. La révolution apportée par Gaia tient non seulement à l'extrême précision de ses données et à l'exhaustivité de son relevé, mais aussi à la complémentarité entre ses trois instruments, astrométrique, photométrique et spectroscopique. Ainsi un nouveau regard est porté sur des ensembles d'étoiles dont on connaît de nombreux paramètres (luminosité, température, âge, métallicité, masse, rayon, rougissement et extinction sur la ligne de visée, etc.). Les diagrammes de Hertzsprung-Russell tracés grâce à ces données montrent avec un détail sans précédent différents effets de l'évolution stellaire: tracés précis des lignes d'âge égal ou de contenu en métaux égal grâce aux amas ouverts ou globulaires, séparation des différentes sortes de naines blanches, séquence très distincte des systèmes binaires non résolus, etc.



Effet du contenu en métaux sur les amas globulaires

L'objectif primordial de Gaia est l'étude détaillée de la Voie Lactée, notre Galaxie, pour analyser en détail ses différentes composantes, les collisions passées qui expliquent son état actuel, l'histoire de sa formation et de son évolution future. De plus, la précision inégalée et l'exhaustivité de ce relevé du ciel sont une révolution pour de nombreuses branches de l'astrophysique: évolution et physique stellaire, statistique des exoplanètes, orbites des petits corps du Système Solaire, matière noire, ou relativité générale. Enfin, on attend de ce relevé complet du ciel sans cibles prédéfinies de nombreuses découvertes inattendues.

## Évolution de notre Galaxie

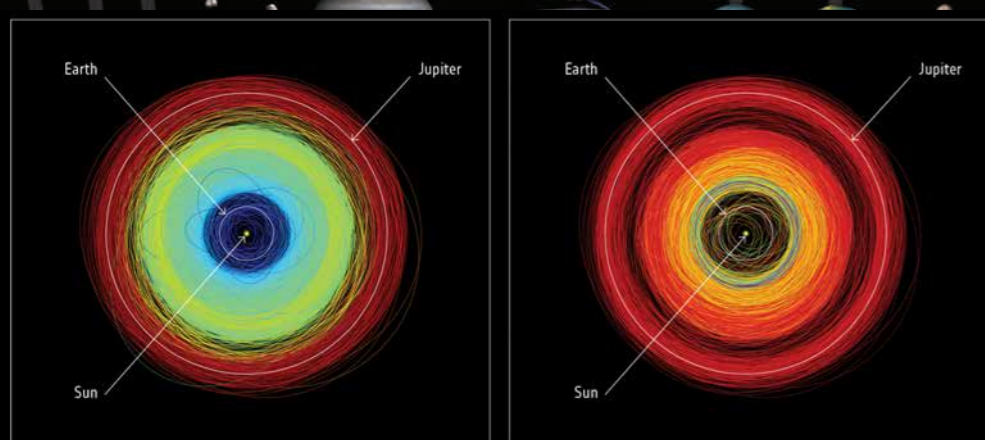
Les deux premiers catalogues de Gaia, souvent combinés à des données précises sur les abondances de divers éléments chimiques, ont déjà apporté leur lot de découvertes: oscillations des étoiles de part et d'autre du plan galactique qui pourraient avoir été créées par la collision entre notre galaxie et la galaxie naine du Sagittaire et/ou la formation d'une barre au centre de notre Galaxie; traces d'une autre collision, inconnue jusqu'alors, avec une autre galaxie naine, d'environ 1/4 de la masse qu'avait la Voie lactée à l'époque, et identification des étoiles capturées par notre Galaxie; conséquence de cette dernière collision sur l'origine du halo et du disque épais; découverte de la rotation des distorsions du disque galactique; déclenchement d'importants épisodes de formation d'étoiles en conséquence des collisions successives avec la galaxie du Sagittaire, dont l'une coïncide à peu près avec l'époque de la formation du Soleil, il y a quelque 4,7 milliards d'années; etc. etc. La révolution apportée par Gaia sur la compréhension de l'histoire de la formation de la Voie lactée est en marche !



Collisions de notre Galaxie avec une galaxie naine

## Système solaire

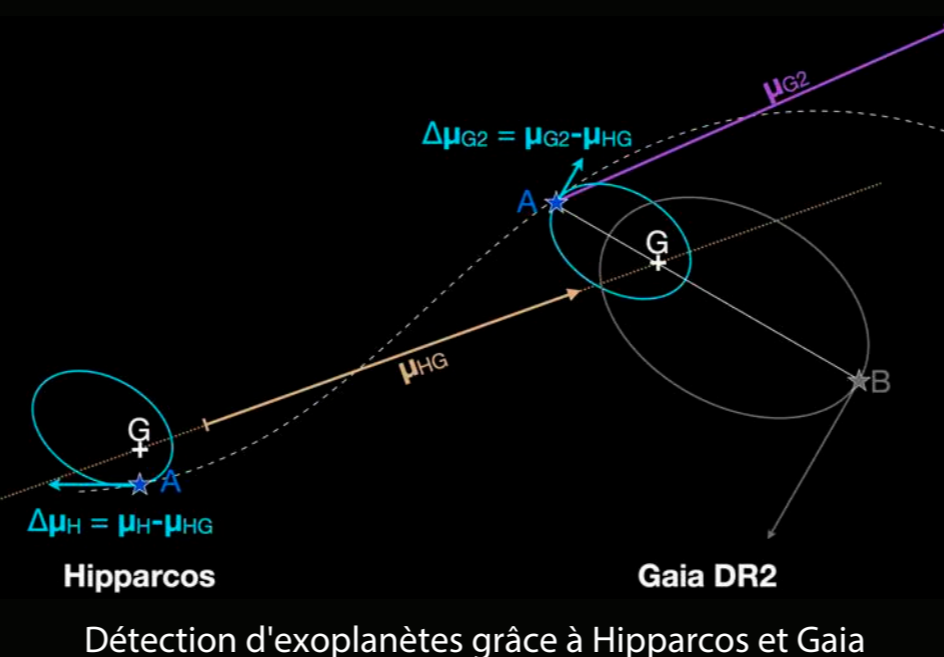
L'observation et l'analyse des données des objets du système Solaire représentent un défi particulier pour Gaia à cause de leur grands mouvements propres. Gaia produit pourtant le premier survey complet du ciel de ces objets, en particulier en couvrant idéalement tous les objets en orbite entre le Soleil et la Terre. Le deuxième catalogue Gaia contient déjà 1 977 702 observations de 14 099 de ces objets, obtenues sur 22 mois, dont certains sont des découvertes: géocroiseurs, objets de la ceinture principale, Troyens de Jupiter, et quelques objets transneptuniens. Leurs orbites sont déterminées avec précision, et les futurs catalogues contiendront aussi les spectres de ces objets, permettant leur caractérisation physique. Par ailleurs, la multitude d'étoiles des catalogues Gaia permet une prédiction d'une précision sans précédent des occultations d'étoiles par des objets du Système Solaire, apportant des informations uniques sur leurs atmosphères.



Les astéroïdes observés par Gaia

## Exoplanètes

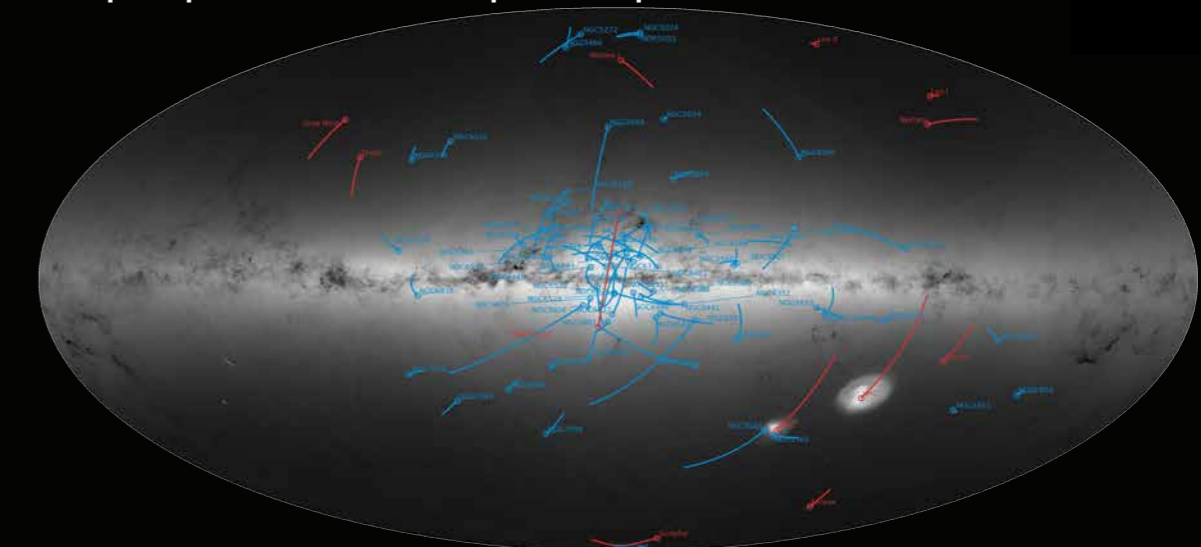
La capacité unique de Gaia dans ce domaine est le potentiel de découverte de ses observations astrométriques extrêmement précises pour près de deux milliards d'étoiles. Une grande partie des exoplanètes connues actuellement ont été découvertes grâce aux très petites variations de vitesse radiale des étoiles autour desquelles elles sont en orbite. De même, une planète perturbe le mouvement sur le ciel de l'étoile autour de laquelle elle tourne, avec une période égale à la période de révolution de la planète autour de l'étoile. Cette perturbation est tellement petite qu'elle est indétectable par des instruments au sol. Une première étude, comparant les mouvements propres des étoiles plus proches que 50 parsecs du Soleil, obtenus à partir des données d'Hipparcos et de Gaia à 24 ans d'intervalle, permet d'estimer à plus de 30% les étoiles ayant un compagnon plus massif que Jupiter.



Détection d'exoplanètes grâce à Hipparcos et Gaia

## Le Groupe Local

Gaia mesure aussi de très nombreuses étoiles dans les amas globulaires et galaxies naines (dont les deux Nuages de Magellan) qui entourent notre Galaxie. Une analyse détaillée de leurs mouvements permet une détermination précise de leur trajectoire dans le Groupe Local. Cela a permis d'observer des mouvements plus grands qu'attendus pour les étoiles situées à la périphérie des amas globulaires, suggérant soit la présence de matière noire, soit des forces de marées exercées par la Voie lactée plus grandes qu'attendues. Pour les galaxies naines, les orbites observées indiquent que leur grande dispersion de vitesses pourrait être expliquée uniquement par des chocs de marées, sans introduction de matière noire. Le cas particulier de  $\omega$  Centauri, le plus massif des amas globulaires de notre Galaxie, est aussi une illustration spectaculaire des possibilités de Gaia: la découverte d'étoiles qui s'en sont très probablement échappées confirme que cet objet est bien le cœur d'une galaxie naine dont la périphérie a été dispersée par la Voie lactée.



Les satellites de notre Galaxie

## Système de Référence

Actuellement, le Système de Référence Céleste International (ICRS), adopté par l'Union Astronomique Internationale, est matérialisé par les observations en interférométrie radio d'environ 5000 quasars. Le deuxième catalogue Gaia conduit au premier système de référence optique et à un saut majeur avec 557 000 quasars répartis sur tout le ciel, hors plan galactique. Avec une densité de plus de 10 quasars par degré carré, il améliore d'un facteur de plus de 100 la capacité à raccorder une étoile au système. La précision médiane des observations de ces quasars optiques est de 0,5 milliseconde de degré jusqu'à la magnitude 19,6 et de 0,15 milliseconde pour la partie plus brillante que 18,2.

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

## Naines froides, naines brunes

Les observations systématiques de Gaia ont conduit au premier relevé systématique des naines brunes et des étoiles naines les plus froides qui se placent tout en bas du diagramme de Hertzsprung-Russell: près de 14000 nouveaux objets ont été identifiés. Ils sont distribués sur tout le ciel, et certains sont très proches (plus proches que 30pc), montrant l'incomplétude des études pré-Gaia. Bien que ces étoiles soient parmi les plus faibles des objets étudiés par Gaia, leur proximité permet d'obtenir une précision sur leur parallaxe meilleure que quelques pour cent. Ces nouvelles observations permettent la détermination de leurs âges et de leurs masses et apportent des informations précieuses sur leur formation (taux de formation et répartition des masses).



# Gaia : l'arpenteur de la Voie Lactée