

Paris, le 25 avril 2018

Recherche

Formation

Culture
scientifique

Communiqué de presse

Gaia ouvre l'accès à la Voie lactée en 3D et en couleur

450 scientifiques issus de 20 pays ont coordonné leurs efforts pour traiter et rendre exploitables les milliards de données brutes recueillies par le satellite Gaia. Il en résulte un trésor inestimable de paramètres astronomiques pour près de 1,7 milliard d'étoiles, que l'ESA ouvre à tous le 25 avril 2018, à 12h. Avec des répercussions attendues dans toutes les disciplines astrophysiques, ce Catalogue Gaia, deuxième du nom, bouleverse notre représentation de la Galaxie, dont il permet la cartographie en couleur, dynamique et tridimensionnelle, la plus détaillée jamais réalisée à ce jour. La France est le premier pays contributeur de la mission Gaia.



Contacts chercheurs

Observatoire de Paris - PSL
Frédéric Arenou
Ingénieur de recherche CNRS
+33 (0) 1 45 07 74 08
frederic.arenou@obspm.fr

Observatoire de la Côte
d'Azur
François Mignard
Directeur de recherche
émérite CNRS
+33 (0) 4 92 00 31 47
francois.mignard@oca.eu

CNES
Olivier La Marle
Responsable du programme
d'astrophysique
+33 (0) 1 44 76 75 23
Olivier.LaMarle@cnes.fr

Contact presse

Observatoire de Paris - PSL
Frédérique Auffret
+33 (0) 1 40 51 20 29
+33 (0) 6 22 70 16 44
presse.communication@obspm.fr

Le satellite Gaia a été lancé le 19 décembre 2013, avec pour objectif d'observer plus d'un milliard d'étoiles de la Voie Lactée (soit environ un pour cent des objets qui la composent) et de mesurer leurs positions, distances, mouvements et propriétés physiques avec une précision inégalée.

C'est désormais chose faite grâce au travail coordonné de chercheurs issus de 20 pays, réunis au sein du Consortium pour le traitement et l'analyse des données Gaia (DPAC) de l'ESA.

Gaia exécute 500 millions de mesures par jour. Pour chaque objet céleste observé, il stocke à son bord toutes les informations enregistrées. Celles-ci sont ensuite transmises aux stations sol de l'ESA en Espagne, en Australie et en Argentine, puis redistribuées au sein du consortium qui, organisé en Unités de coordination (CU), se charge de les convertir en informations scientifiquement significatives.

Dans ce dispositif, la France a joué un rôle prépondérant avec une centaine de chercheurs et ingénieurs du CNRS, des observatoires et des universités, ayant assuré 40 % du traitement des données, et le Centre national d'Études spatiales (CNES), qui a mis en place un centre de traitement de "big data".

Le premier catalogue de Gaia a été publié le 14 septembre 2016. Il incluait la position et l'éclat de 1 100 millions (1,1 milliard) d'étoiles, mais les distances et les mouvements pour deux millions d'étoiles les plus brillantes seulement.

Le 25 avril 2018, paraît le catalogue Gaia DR2, établi après 22 mois d'observations seulement (juillet 2014-mai 2016).

Gaia DR2 contient :

- 1,7 milliard positions d'étoiles sur le ciel et brillance ;
- 1,3 milliard de distances et mouvements propres d'étoiles ;
- 7,2 millions de vitesses radiales ;
- 500 000 courbes de lumières d'étoiles variables ;
- 500 000 quasars, ce qui permet de définir pour la première fois le référentiel céleste en utilisant des observations optiques de sources extragalactiques ;
- 160 millions de températures de surface et 77 millions de rayons et luminosités d'étoiles. À l'aide de ces paramètres, on a pu par exemple trouver

120 000 jumeaux du Soleil ;
• 14 000 astéroïdes.

Attendu par les astronomes du monde entier, ce catalogue ouvre une nouvelle ère pour la recherche en astronomie. En combinant données astrométriques, photométriques et spectroscopiques, Gaia apportera une moisson inédite d'informations sur notre Galaxie permettant ainsi une étude détaillée de sa structure en trois dimensions, de sa cinématique, de son origine et de son évolution.

Parallèlement à l'ouverture des données, une série d'articles scientifiques est publiée dans la revue *Astronomy and Astrophysics*, à partir du 25 avril 2018. Ces études ont été menées afin de valider la qualité du nouvel ensemble de données et démontrer tout le potentiel de Gaia.

Traitement spectroscopique :

Les données Gaia DR2 contiennent le tout premier catalogue de vitesses stellaires radiales obtenues avec le spectrographe embarqué Radial Velocity Spectrometer (RVS), avec une précision bien supérieure aux attentes. Ce catalogue de vitesses radiales pour 7,2 millions d'étoiles est le plus grand au monde et le seul à couvrir l'ensemble de la sphère céleste. La vitesse radiale, mesurée le long de la ligne de visée d'une étoile, est le complément indispensable aux mesures astrométriques des mouvements tangents à la sphère céleste pour étudier la cinématique et la dynamique en trois dimensions des populations stellaires et ainsi retracer l'histoire de la formation de notre galaxie.

Paola Sartoretti, première auteure de l'article :

« *Gaia Data Release 2: Processing, validation and performance of the spectroscopic data* »

Diagramme Hertzsprung-Russell :

Les données Gaia DR2 fournissent les diagrammes Hertzsprung-Russell (H-R) les plus complets et détaillés disponibles à ce jour. Ces diagrammes représentent la luminosité des étoiles en fonction de leur couleur ou température. Ils permettent de classifier les étoiles et déterminer à quel stade de leur vie elles se trouvent. Très attendus par la communauté, les diagrammes H-R Gaia vont servir de base à une multitude d'études sur l'évolution stellaire et les populations galactiques.

Carine Babusiaux, première auteure de l'article :

« *Gaia Data Release 2: Observational Hertzsprung-Russell diagrams* »

Structure galactique :

Les données extraordinaires collectées par Gaia permettent de construire la carte tridimensionnelle la plus précise des positions, des mouvements et de la composition chimique des étoiles dans notre galaxie.

David Katz, premier auteur de deux articles :

- **« *Gaia Data Release 2: Mapping the Milky Way disk kinematics* »**
- **« *Gaia Data Release 2: Properties and validation of the radial velocities* »**

Système solaire :

Les données de Gaia pour les objets du Système solaire montrent une amélioration d'un facteur 100 de la précision des positions de ces objets. Ces

résultats suggèrent que l'on pourra utiliser les observations Gaia pour détecter des effets très fins dans le mouvement des astéroïdes, qui permettent d'étudier leur évolution et origine.

Paolo Tanga, deuxième auteur de l'article :

« *Gaia Data Release 2: Observations of Solar System objects* »

Gaia est une mission qui était prévue pour une durée nominale de cinq ans. L'ESA a déjà approuvé une extension indicative jusqu'à la fin de 2020, ce qui devrait être confirmé à la fin de 2018.

Liste des laboratoires français impliqués dans Gaia

Les principaux contributeurs à l'analyse des données sont :

- Le GEPI (Observatoire de Paris - PSL / CNRS)
- L'IMCCE (Observatoire de Paris - PSL / CNRS / UPMC / Université de Lille 1)
- Le SYRTE (Observatoire de Paris - PSL / CNRS / Sorbonne Université / LNE)
- Le LERMA (Observatoire de Paris - PSL / CNRS / Sorbonne Université / ENS - PSL / Université de Cergy-Pontoise)
- Le laboratoire Lagrange (Observatoire de la Côte d'Azur / CNRS / Université Côte d'Azur) à Nice
- L'OSU THETA Franche-Comté-Bourgogne (CNRS / Université de Franche-Comté) à Besançon
- Le Laboratoire d'astrophysique de Bordeaux (CNRS / Université de Bordeaux)
- L'Observatoire de Strasbourg (CNRS / Université de Strasbourg)
- Le Laboratoire Univers et Particules de Montpellier (CNRS / Université Montpellier 2)
- L'Institut d'Astrophysique de Paris (CNRS / Sorbonne Université)
- L'Institut de planétologie et d'astrophysique de Grenoble (IPAG - CNRS/UGA) laboratoire de l'Observatoire des Sciences de l'Univers de Grenoble (OSUG)

33 scientifiques de l'Observatoire de Paris - PSL sont impliqués dans le DPAC (tous départements confondus)

Images et vidéos à retrouver sur le site gaia.obspm.fr
ou en taguant le QR code ci-dessous :



Contexte de la mission spatiale Gaia :

La mesure de la distance des étoiles, dans la Galaxie et au-delà, joue un rôle capital en astronomie. Et en trois dimensions, elle est d'autant plus difficile à déterminer. Depuis notre Terre, les étoiles semblent réparties sur la sphère céleste alors qu'elles sont en réalité distribuées dans un volume immense. Si l'on prend l'exemple des étoiles de la constellation du Lion, celles-ci sont en réalité dispersées dans le ciel en profondeur - de moins de 10 à plus de 7 000 années-lumière. Seules des mesures de distance permettent de bien situer chaque étoile dans l'espace.

Mesurer les distances

Comment faire pour mesurer la distance des étoiles ? Un phénomène permet d'appréhender cette mesure : depuis la Terre, en orbite autour du Soleil, une même étoile, dite « proche », ne se projettera pas au même endroit sur un fond d'étoiles « lointaines », selon qu'elle est observée à deux instants distincts (par exemple, en hiver ou en été). Seulement, les mesures de ces minuscules mouvements de position sont extrêmement difficiles à opérer depuis le sol. Les premières d'entre elles ont été réalisées il y a 170 ans. Mais ce n'est que depuis l'espace que leur précision a pu être améliorée considérablement, lorsqu'on a pu s'affranchir des effets de la turbulence atmosphérique.

Une idée française

Dès 1965, ce fut l'idée très originale de Pierre Lacroute, alors directeur de l'Observatoire de Strasbourg, qui permit la conceptualisation d'Hipparcos, premier satellite astrométrique de l'Agence spatiale européenne. Opérationnel de 1989 à 1993, Hipparcos mesura les distances et les mouvements de 118 218 étoiles avec une précision 50 fois plus grande qu'au sol. Le catalogue Hipparcos publié en 1997 reste la seule référence en ce domaine aujourd'hui.

La genèse de Gaia

Forts de ce succès, les astronomes européens ont proposé dès 1992 un nouveau projet à l'ESA avec l'ambition de mesurer un milliard d'objets, avec une précision 50 fois supérieure à celle d'Hipparcos. « En imaginant un satellite à deux télescopes avec des miroirs beaucoup plus grands en taille que celui d'Hipparcos, et des détecteurs d'une technologie beaucoup plus avancée, nous souhaitons relever le défi de la très haute précision et atteindre la microseconde d'arc », se souvient Catherine Turon, astronome émérite de l'Observatoire de Paris, pionnière de l'astrométrie spatiale. Gaia révolutionnera le domaine de la cartographie céleste en ce début de XXI^e siècle en introduisant de la 3D, et rendra possible la combinaison de données astrométriques, photométriques et spectroscopiques.

Traitement des données

Le volume des données à traiter est sans égal à ce jour dans le domaine astronomique. Le traitement de l'ensemble des données scientifiques a été confié à un consortium international, suite à un appel à proposition publié par l'ESA en 2006, et auquel a répondu un groupe de scientifiques européens au sein d'un consortium DPAC (Data Processing and Analysis Consortium). Le DPAC rassemble aujourd'hui 422 scientifiques européens et 10 autres du reste du monde, qui ont sous leur responsabilité la conception et le développement des méthodes de traitement des données.

Un rôle de tout premier plan pour la recherche française

La communauté astronomique française occupe dans cette mission un rôle de tout premier plan. Avec une centaine de scientifiques impliqués, la France est le premier pays contributeur en Europe, suivie par l'Italie et la Grande-Bretagne.

La maîtrise d'œuvre de la construction du satellite a été assurée par le groupe aérospatial français Airbus Defence & Space (anciennement EADS/Astrium) à Toulouse. Le CNES, agence spatiale française, contribue de façon importante à la mission Gaia en ayant développé, en hébergeant et opérant le centre français de traitement des données (DPCC, Data Processing Center CNES), outil fondamental dans la chaîne de traitement des informations.

Contacts Presse

Observatoire de Paris - PSL

Frédérique Auffret

+33 1 40 51 20 29

+33 6 22 70 16 44

presse.communication@obspm.fr

Observatoire de la Côte d'Azur (Nice)

Marc Fulconis

marc.fulconis@oca.eu

Institut de planétologie et d'astrophysique de Grenoble

Observatoire des Sciences de l'Univers de Grenoble

Carine Babusiaux

carine.babusiaux@univ-grenoble-alpes.fr

Observatoire aquitain des sciences de l'univers (Bordeaux)

Christine Ducourant

christine.ducourant@u-bordeaux.fr

Observatoire de Besançon

OSU THETA Franche-Comté-Bourgogne

Céline Reylé

Celine.Reyle@obs-besancon.fr

+33 7 62 46 19 82

Edith Burgey

+33 3 81 66 69 13

CNRS

Julien Guillaume

+ 33 1 44 96 46 35

+ 33 6 75 74 02 22

Julien.Guillaume@cnrs-dir.fr

CNES

Pascale Bresson

+33 6 75 55 58 31

pascale.bresson@cnes.fr

Retrouvez la conférence de presse sur la chaîne Youtube de l'Observatoire de Paris :

<https://www.youtube.com/watch?v=v0oUqp6SgQc>

Présentation des intervenants scientifiques

La publication du deuxième catalogue Gaia s'accompagne d'une volumineuse documentation et de plusieurs articles scientifiques qui seront mis en ligne le 25 avril 2018 à 12h. Les intervenants scientifiques à la conférence de presse sont les principaux contributeurs d'une ou plusieurs de ces publications, montrant ainsi l'importance de l'implication des laboratoires français dans Gaia.

François Mignard

Astronome à l'Observatoire de la Côte d'Azur et directeur de recherche émérite au CNRS.
Membre du Gaia Science Team de l'ESA et P.I. de la participation française.

Ancien directeur (1992-2003) du CERGA, spécialisé en astronomie fondamentale (position, distance et mouvement des étoiles) et mécanique céleste. Responsable scientifique (2006-2012) du programme spatial européen Gaia lancé en 2013.

Premier auteur de l'article :

- Gaia Data Release 2: The celestial reference frame (Gaia-CRF2)

Frédéric Arenou

Ingénieur de recherche du CNRS à l'Observatoire de Paris.
Responsable de la validation scientifique des Catalogues dans le DPAC.

Après avoir participé à la mission spatiale Hipparcos (Catalogue d'Entrée, astrométrie, validation puis exploitation scientifique), il travaille depuis 1998 sur la mission spatiale Gaia. Ancien membre du Gaia Science Team de l'ESA, il contribue actuellement au sein du DPAC au traitement des étoiles multiples et est le responsable de la validation scientifique des Catalogues.

Premier auteur de l'article :

- Gaia Data Release 2: Catalogue validation

Paola Sartoretti

Ingénieure de recherche du CNRS à l'Observatoire de Paris.
Membre du comité exécutif du DPAC de Gaia, responsable du traitement des données spectroscopiques.

Après avoir travaillé en planétologie pour la NASA à Baltimore, puis à l'ESO sur le contrôle qualité des données d'instruments du très grand télescope VLT, elle a rejoint le CNRS en 2006 pour se dédier à la mission Gaia. Membre du comité exécutif du DPAC, elle est responsable du traitement des données spectroscopiques de Gaia.

Première auteure de l'article :

- Gaia Data Release 2: Processing, validation and performance of the spectroscopic data

David Katz

Astronome à l'Observatoire de Paris.

En charge de la validation des données spectroscopiques.

Spécialisé en structure galactique, il consacre une partie de son activité scientifique à Gaia depuis 1999. Il a tout d'abord contribué à la définition scientifique du spectrographe RVS à bord de Gaia, puis il a participé à la définition de la chaîne de traitement des données. Ancien membre du Gaia Science Team de l'ESA, il est maintenant en charge de la validation des données spectroscopiques au sein du DPAC.

Premier auteur des articles :

- Gaia Data Release 2: Mapping the Milky Way disk kinematics
- Gaia Data Release 2: Properties and validation of the radial velocities

Carine Babusiaux

Astronome à l'Observatoire des Sciences de l'Univers de Grenoble, associée à l'Observatoire de Paris

Membre du comité exécutif du DPAC de Gaia, responsable des simulations et des validations externes.

Ses recherches portent sur la structure et l'évolution de la Voie Lactée. Membre du comité exécutif du DPAC de Gaia, elle est responsable de l'unité de traitement des simulations et en charge de la validation des données Gaia par comparaison aux catalogues extérieurs.

Première auteure de l'article :

- Gaia Data Release 2: Observational Hertzsprung-Russell diagrams

Paolo Tanga

Astronome à l'Observatoire de la Côte d'Azur

Responsable du traitement des données d'observations des astéroïdes au sein du consortium DPAC.

Ses recherches concernent la caractérisation des objets du Système solaire par des observations depuis le sol et l'espace. Il est impliqué dans la mission Gaia depuis l'année 2001 et il est responsable du traitement des données d'observations des astéroïdes au sein du consortium DPAC. Pour la DR2 il a accompagné les vérifications sur la qualité des données.

Deuxième auteur de l'article :

- Gaia Data Release 2: Observations of Solar System objects

Olivier La Marle

Responsable du programme d'astrophysique du CNES

De 1996 à 2008, il a travaillé comme ingénieur pour divers projets spatiaux et non-spatiaux, dans le privé puis au CNES. Depuis 2008, il est responsable du programme d'astrophysique du CNES. Bâti et réalisé en coopération avec les organismes de recherche français et différentes agences spatiales, ce programme comporte les missions en préparation James Webb Space Telescope, Euclid, SVOM et Athena, la mission en exploitation Gaia, ainsi que les expériences sous ballon Pilot, Fireball et Euso-Ballon.