

## Communiqué de presse

# Des astronomes belges participent à la création du plus grand catalogue de notre galaxie

13 juin 2022 — Aujourd'hui, l'Agence spatiale européenne (ESA) annonce la publication de ce qui est, à ce jour, le catalogue le plus grand, le plus détaillé et le plus précis de la Voie lactée. Cette troisième diffusion des données du satellite Gaia contient une quantité énorme d'informations au sujet des étoiles et des corps célestes qui forment notre galaxie. Au sein d'un consortium européen, des astronomes belges participent à la construction et à la publication de ce catalogue qui permettra de découvrir de nouveaux astéroïdes, d'identifier de nouvelles étoiles doubles et d'observer de nouveaux « tremblements d'étoile ». Cette nouvelle version du catalogue Gaia jette ainsi un regard nouveau, plus détaillé, sur notre Voie lactée.

Le satellite Gaia cartographie le ciel depuis 2014. Sa carte du ciel inclut des étoiles un million de fois moins lumineuses que celles que nous percevons à l'œil nu. Gaia mesure non seulement la distance qui nous sépare de plus de 2 milliards d'étoiles avec une précision inédite, mais détermine également leur vitesse d'éloignement et leur direction alors qu'elles gravitent autour du centre de notre galaxie.

La publication du troisième catalogue Gaia ajoute une dimension totalement nouvelle par rapport aux précédentes. En utilisant l'information que contiennent les données spectroscopiques collectées par le satellite, les astronomes ont déterminé la température, la composition chimique, la masse et l'âge des étoiles. Ils ont également mesuré la vitesse à laquelle ces étoiles s'éloignent ou s'approchent de nous. La variation temporelle de certains détails des spectres stellaires, produite par des « tremblements d'étoile » ou par le mouvement des étoiles au sein d'un système binaire, est une nouveauté importante de cette nouvelle version du catalogue Gaia. Mais Gaia ne se contente pas d'étudier les étoiles. En effet, il observe également des corps célestes plus lointains hors de la Voie lactée tels que d'autres galaxies et des quasars (dont plusieurs millions ont été observés), ou beaucoup plus proches de nous tels que les astéroïdes du système solaire.



*Légende de l'image: Vue d'artiste du satellite Gaia avec en arrière-plan la Voie Lactée. Crédits: ESA/ATG medialab - ESO/S. Brunjev*

Au sein du consortium européen chargé du traitement et de l'analyse de la quantité énorme de données collectées par le satellite Gaia, l'expertise des chercheurs belges joue un rôle important et leur apport est significatif. Parmi eux, figurent des astronomes de l'université d'Anvers (UAntwerpen), de l'Université libre de Bruxelles (ULB), de l'Université de Leuven (KU Leuven), de l'Université de Liège (ULiège) et de l'Observatoire royal de Belgique (ORB) aidés en ceci par l'aide et le financement apportés par la Politique scientifique fédérale de Belgique (BELSPO) via le programme PRODEX de l'ESA.

## Complément d'information

- Dossier de presse du 3e catalogue de données Gaia : [https://esamultimedia.esa.int/docs/science/Gaia\\_DR3\\_mediakit\\_final\\_French.pdf](https://esamultimedia.esa.int/docs/science/Gaia_DR3_mediakit_final_French.pdf)
- Gaia pour le public : [https://www.esa.int/Science\\_Exploration/Space\\_Science/Gaia](https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Gaia)
- Gaia en détail : <https://www.cosmos.esa.int/web/gaia/data-release-3>

- Le communiqué de presse de l'ESA : [https://www.esa.int/Science\\_Exploration/Space\\_Science/Gaia/Gaia\\_sees\\_strange\\_stars\\_in\\_most\\_det\\_ailed\\_Milky\\_Way\\_survey\\_to\\_date](https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Gaia/Gaia_sees_strange_stars_in_most_det_ailed_Milky_Way_survey_to_date)
- À partir du 13 juin 2022 à 12:00 CEST, le nouveau catalogue Gaia est disponible via le site <https://gea.esac.esa.int/archive/>
- La publication du troisième catalogue Gaia a été présentée et rendue publique via la webTV de l'ESA [https://www.esa.int/ESA\\_Multimedia/ESA\\_Web\\_TV](https://www.esa.int/ESA_Multimedia/ESA_Web_TV). Des présentations des contributions belges ont également été faites lors d'une conférence de presse donnée au Planétarium de Bruxelles, et diffusée en direct sur la chaîne YouTube de l'Observatoire royal de Belgique : <https://youtu.be/5VFs0izvNHg>
- Plus d'informations sur les données de Gaia sont disponibles sur le site : <https://www.cosmos.esa.int/web/gaia/dr3-stories>
- Plusieurs articles scientifiques décrivent et accompagnent le catalogue. Ils seront publiés par la revue scientifique européenne *Astronomy & Astrophysics* mais peuvent d'ores et déjà être consultés sur le site : <https://www.cosmos.esa.int/web/gaia/dr3-papers>

## Les contributions belges à la mission spatiale Gaia

### KU Leuven



« Ici, à l'Institut d'astronomie de la KU Leuven, nous dirigeons un groupe de travail chargé de classer les étoiles variables détectées par Gaia. En particulier, nous nous concentrons sur les étoiles qui présentent d'infimes variations de luminosité dues à des oscillations radiales et non radiales, également connues sous le nom de *tremblements d'étoile* », explique Joris de Ridder, chercheur du projet Gaia à la KU Leuven. L'une des découvertes surprenantes issues de ces nouvelles données est que Gaia est capable de détecter différents types de ces tremblements d'étoiles. « Les *tremblements d'étoiles* nous apprennent beaucoup de choses sur les étoiles, notamment sur leur physique et leur chimie internes. Gaia ouvre une mine d'or pour une nouvelle "astérosismologie d'ensemble" des étoiles massives », explique Conny Aerts, astronome à la KU Leuven et lauréate du prix Kavli 2022 en astrophysique, « et détecte même des *tremblements d'étoiles* dans de nombreuses étoiles pour lesquelles aucun n'avait été prévu ! »

#### Contact scientifique (NL)

**Prof. Conny Aerts**

Institute of Astronomy,

KU Leuven

Celestijnenlaan 200D

3001 Leuven

[conny.aerts@kuleuven.be](mailto:conny.aerts@kuleuven.be)

+32 (0)478 28 96 30

### Observatoire royal de Belgique



**ORB - KSB**

Spécialisés dans le domaine de la spectroscopie astronomique, les membres de l'Observatoire royal de Belgique (ORB) ont analysé et étudié à des fins de classification les spectres obtenus par le satellite Gaia. « En termes du nombre d'objets concernés et de la qualité des mesures, cette troisième publication des données de Gaia représente une étape cruciale dans le domaine de l'étude des étoiles de notre galaxie, en particulier de ses étoiles les plus jeunes, les plus chaudes et les plus éloignées », affirme le Dr Yves Frémat. Les astronomes de l'ORB ont ainsi également contribué à la mesure de la vitesse d'éloignement de plus de 33 millions d'étoiles, un nombre sans précédent. Le Dr Alex Lobel conclut « ces données fondamentales tant attendues promettent encore de nombreuses et importantes découvertes dans les prochaines années et une avancée significative dans notre connaissance de la structure et de l'évolution de la Galaxie ». En plus d'étudier les étoiles, l'ORB participe au traitement des observations des astéroïdes. Ainsi, le catalogue contient plus de 20 millions de mesures très précises de la position d'au moins 150 000 astéroïdes. Selon le Dr Thierry Pauwels, qui contribue au développement du logiciel qui réalise ces mesures, « jamais auparavant nous n'avions atteint une connaissance aussi précise d'un aussi grand nombre d'orbites d'astéroïdes ».

### Contact scientifique (NL)

Dr. Ronny Blomme

Royal Observatory of Belgium

3 avenue Circulaire/Ringlaan

1180 Brussels

[ronny.blomme@oma.be](mailto:ronny.blomme@oma.be)

+32 (0) 23730284

ULB



UNIVERSITÉ  
LIBRE  
DE BRUXELLES

fnrs

LA LIBERTÉ DE CHERCHER

Cette troisième publication des données de Gaia est un moment très attendu et passionnant pour les chercheurs de l'ULB impliqués dans le traitement des données Gaia des étoiles multiples, qui font leur première apparition dans le catalogue Gaia, sous la forme des propriétés de 86 921 binaires à éclipses (objets dont la luminosité varie en raison des occultations mutuelles des composantes du système binaire) et 134 598 binaires astrométriques (détectées à partir de perturbations de leur mouvement spatial causées par le mouvement orbital). Dans ce dernier cas, le 3<sup>e</sup> catalogue Gaia augmente d'un facteur 50 le nombre d'orbites astrométriques connues à ce jour. « En l'espace de quelques années, Gaia a donc fait beaucoup mieux que l'astronomie terrestre au cours des deux derniers siècles », déclare Christos Siopis, qui dirige l'analyse des propriétés des éclipses. « Or, malgré notre enthousiasme pour ce jour, nous sommes attristés par la perte tragique de notre regretté collègue Dimitri Pourbaix, qui a assuré jusqu'en novembre 2021 la coordination des recherches belges pour Gaia et qui ne verra jamais le fruit de vingt ans d'efforts. »

### Contact scientifique (FR)

Dr. Alain Jorissen

Institut d'Astronomie et d'Astrophysique

Université libre de Bruxelles

Bld du Triomphe

1050 Bruxelles

[alain.jorissen@ulb.be](mailto:alain.jorissen@ulb.be)

+32-2-650.2834 +32-(0)472.849486

ULiège



Les chercheurs de l'institut STAR de l'ULiège ont une expertise bien établie dans la caractérisation des orbites d'étoiles binaires sur base de leurs vitesses radiales. À partir de l'effet Doppler induit par le mouvement de va-et-vient d'étoiles orbitant l'une autour de l'autre, Gaia peut mesurer la vitesse apparente de l'une ou des deux composantes du système. Les mesures répétées de ces vitesses radiales au cours du temps sont ensuite utilisées afin de prédire le rapport de leurs masses en plus de la période, de l'inclinaison et de l'excentricité de leurs orbites. Environ 200 000 étoiles binaires ont ainsi été détectées et caractérisées par les chercheurs de l'ULiège. Ces mêmes chercheurs sont également impliqués dans la détermination des redshifts et des distances de sources extragalactiques extrêmement brillantes que sont les quasars. Du fait de l'expansion de l'univers, la longueur d'onde de la lumière émise par de tels objets subit un étirement lors de son voyage à travers le cosmos. Cet effet, appelé décalage vers le rouge (redshift), fait paraître le quasar plus rouge que lorsque sa lumière a été initialement émise, il y a de cela plusieurs milliards d'années. Plus de 6 millions de candidats quasars auront leurs redshifts publiés dans le troisième catalogue Gaia et fourniront une mesure indirecte de leur distance.

### Contact scientifique (FR)

Dr. Ludovic Delchambre

STAR Institute

Allée du 6 août, 19c, Bât.B5c, Sart Tilman

4000 Liège

[ldelchambre@uliege.be](mailto:ldelchambre@uliege.be)

+32 (0)4 366 97 68

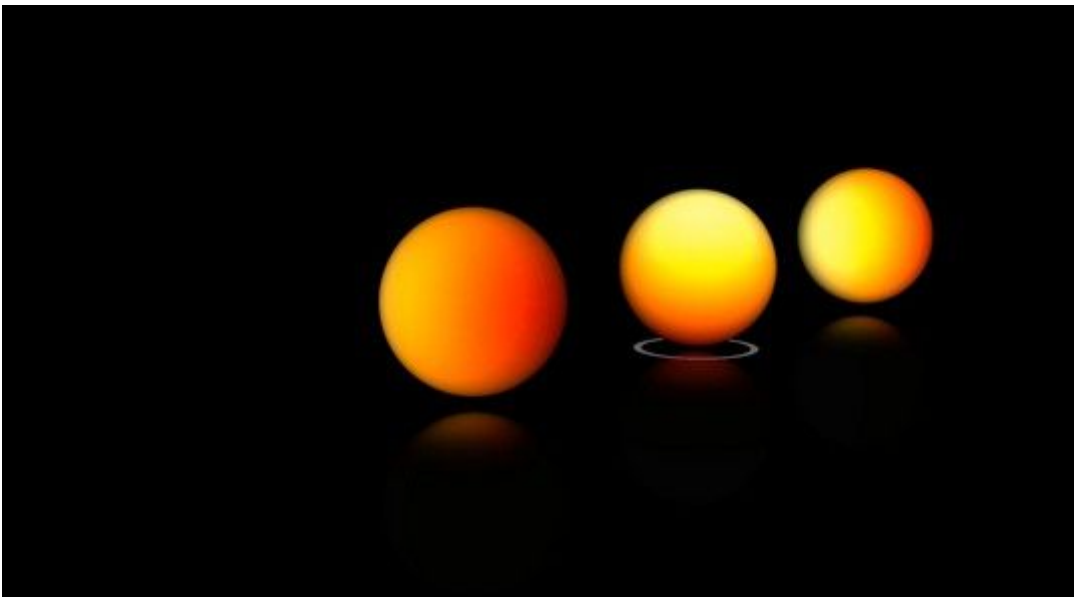
Les scientifiques de l'UAntwerpen ont contribué à la mesure des vitesses radiales et à l'étude de la variabilité stellaire. « Passer des premières données simulées il y a plus de dix ans aux étonnantes courbes de lumière de dizaines de milliers de chandelles standard (mes étoiles préférées, utilisées pour mesurer les distances cosmiques) est époustouflant », déclare la professeure Katrien Kolenberg de l'UAntwerpen. « De plus, pour ces étoiles, nous avons maintenant les positions et les mouvements, une carte en 3D. Je me sens comme une détective de l'espace qui vient de recevoir une nouvelle "lampe de poche" — ou plutôt des dizaines de milliers ! — pour dévoiler l'histoire et le futur de notre galaxie ». Le professeur Marc David remarque que « la réduction des données astronomiques est un peu comme une fouille archéologique : il faut passer au crible une grande quantité de gravats avant de découvrir les informations précieuses, mais, presque toujours, le résultat vaut l'effort minutieux. »

**Contact scientifique (NL)**

Prof. Katrien Kolenberg  
Department of Physics, University of Antwerp  
Groenenborgerlaan 171, 2020 Antwerpen  
[katrien.kolenberg@uantwerpen.be](mailto:katrien.kolenberg@uantwerpen.be)

## Images et vidéos

Gaia observe des « tremblements d'étoile »



Lien vers la vidéo : <https://youtu.be/hMaiTLVFpEw>

Alors que les instruments du satellite n'ont pas été conçus dans ce but, l'une des découvertes surprenantes de cette troisième version du catalogue Gaia est qu'il a permis la détection des frémissements ou des tremblements (c.-à-d. d'infimes mouvements à la surface d'une étoile) qui modifient la forme des étoiles.

Par le passé, Gaia avait déjà observé des oscillations radiales qui produisent, tout en conservant sa forme sphérique, la dilatation, puis le rétrécissement de certaines étoiles. Cette fois, Gaia a pu détecter d'autres vibrations qui s'apparentent plus à d'énormes tsunamis. Ces oscillations « non-radiales » modifient globalement la forme de l'étoile et sont dès lors plus difficiles à identifier.

Comme nous le montre la vidéo, les modes d'oscillation non radiale mettent en mouvement la surface de l'étoile, tandis que celle-ci tourne. Les parties sombres sont légèrement plus froides que les parties brillantes,

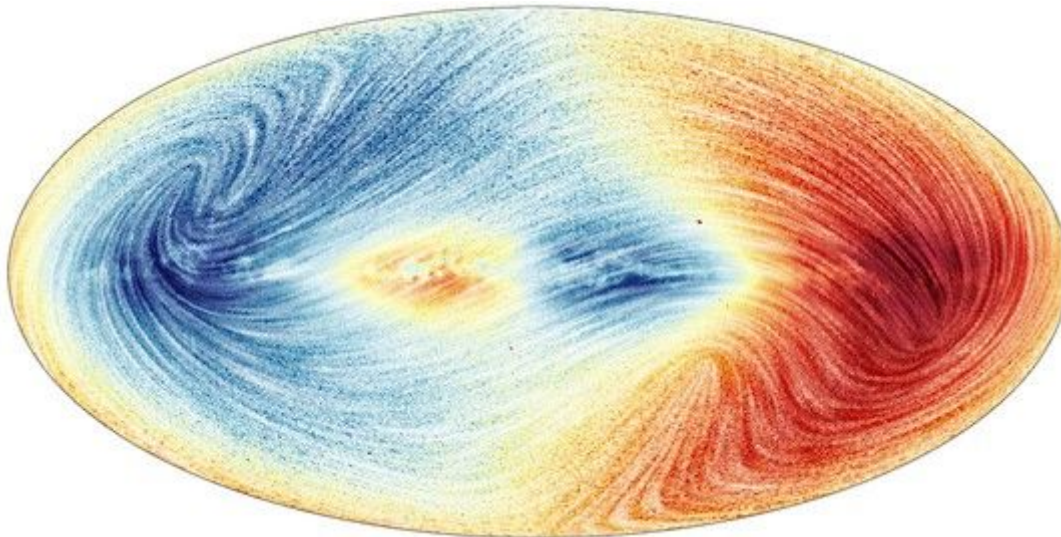
ce qui produit un changement périodique de la luminosité de l'étoile. Afin de rendre le son audible, nous avons augmenté d'un facteur de 8,6 millions la fréquence des oscillations.

Plus de détails sont disponibles sur <https://www.cosmos.esa.int/web/gaia/dr3-how-do-they-blink>

La KU Leuven contribue au traitement des données Gaia et à la détection des « tremblements d'étoile ».

Crédit : ESA/Gaia/DPAC, CC BY-SA 3.0 IGO.

## La Voie lactée en mouvement vue par Gaia (3D)



Lien vers l'image en haute résolution : <https://www.cosmos.esa.int/web/gaia/dr3-do-they-approach-us-or-move-away>.

La troisième version des données Gaia nous montre la vitesse à laquelle plus de 30 millions d'étoiles de la Voie lactée se rapprochent ou s'éloignent de nous. C'est ce que l'on appelle la « vitesse radiale » d'une étoile, et qui constitue la troisième dimension de la vitesse dans la carte Gaia de notre galaxie. En y ajoutant les mouvements propres (mouvement sur le ciel) de chaque étoile, nous pouvons désormais voir comment les étoiles se déplacent dans une grande partie de la Voie lactée.

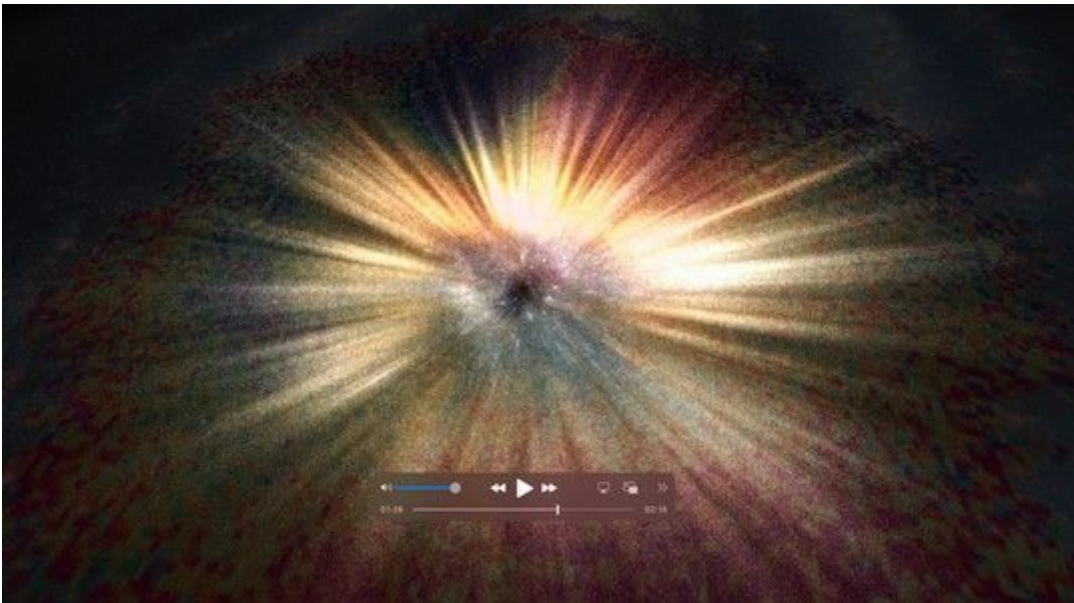
Cette carte du ciel montre les champs de vitesse de la Voie lactée et reprend les observations réalisées pour ~26 millions d'étoiles. Les couleurs montrent les vitesses radiales des étoiles le long de la ligne de visée. Le bleu représente les parties du ciel où le mouvement moyen des étoiles se rapproche de nous et le rouge celles dont le mouvement moyen s'éloigne de nous. Les lignes visibles sur la figure tracent le mouvement des étoiles projetées sur le ciel (mouvement propre). Ces lignes montrent comment la direction de la vitesse des étoiles varie avec la latitude et la longitude galactiques. Les Grands et Petits Nuages de Magellan (LMC et SMC) ne sont pas visibles, car seules les étoiles ayant des distances bien définies ont été sélectionnées pour réaliser cette image.

Plus de détails sont disponibles sur <https://www.cosmos.esa.int/web/gaia/dr3-do-they-approach-us-or-move-away>.

L'Observatoire royal de Belgique, l'ULiège et l'UAntwerpen ont contribué au calcul de la vitesse radiale des étoiles à partir des données Gaia.

Credit: ESA/Gaia/DPAC, CC BY-SA 3.0 IGO.

## La Voie lactée asymétrique en mouvement



Lien vers la vidéo : <http://alobel.freeshell.org/GaiaDR3/gaiadr3.html>

La troisième version du catalogue Gaia nous montre la vitesse à laquelle plus de 30 millions d'étoiles de la Voie lactée se rapprochent ou s'éloignent de nous. C'est ce qu'on appelle la « vitesse radiale », qui forme la troisième dimension de la vitesse dans la carte Gaia de notre galaxie. Nous pouvons maintenant apercevoir comment les étoiles se déplacent sur une grande partie du disque de la Voie lactée.

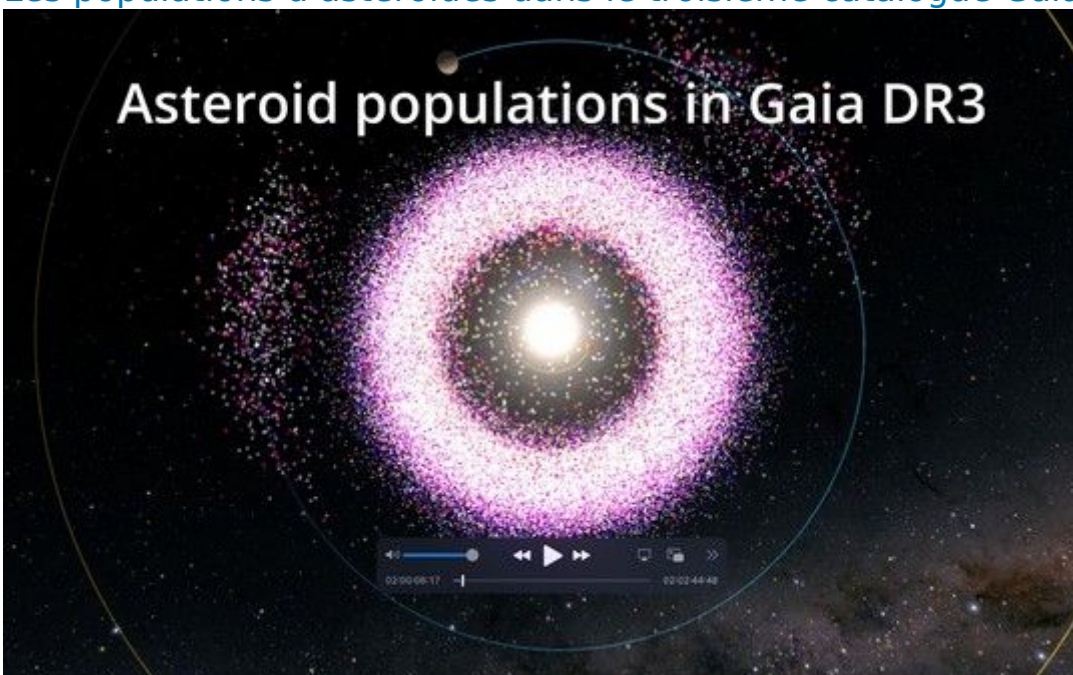
Grâce à Gaia, nous pouvons clairement voir qu'en moyenne, les étoiles ne tournent pas de façon circulaire autour du centre de la Galaxie. Notre Voie lactée n'est en effet pas symétrique autour de son axe. C'est une galaxie spirale « barrée », dont les mouvements révèlent l'orientation de la barre centrale.

Plus de détails sont disponibles sur <https://www.cosmos.esa.int/web/gaia/dr3-do-they-approach-us-or-move-away>.

L'Observatoire royal de Belgique, l'ULiège et l'UAntwerpen ont contribué au calcul de la vitesse radiale des étoiles à partir des données Gaia.

Credit: ESA/Gaia/DPAC, CC BY-SA 3.0 IGO.

## Les populations d'astéroïdes dans le troisième catalogue Gaia



Lien vers la vidéo : <https://youtu.be/XYir3bQMfgQ>

Le groupe d'objets du système solaire le plus important, et non des moindres, dans la version 3 des données de Gaia, est constitué de 154 741 astéroïdes dont Gaia a déterminé les orbites. En fonction de celles-ci, on peut distinguer différents groupes d'astéroïdes (c.-à-d. différentes populations d'astéroïdes).

L'Observatoire royal de Belgique a contribué au traitement des données Gaia sur les astéroïdes et les objets du système solaire.

Plus de détails sont disponibles sur <https://www.cosmos.esa.int/web/gaia/dr3-solar-system-objects>.

L'Observatoire royal de Belgique a contribué au traitement des données Gaia sur les astéroïdes et les objets du système solaire.

Crédit : ESA/Gaia/DPAC, CC BY-SA 3.0 IGO.

## Les orbites précises des astéroïdes dans la troisième version du catalogue de Gaia



Lien vers la vidéo : <https://alobel.freeshell.org/AsteroidsGDR3/asteroidsDR3.html>

Il arrive qu'un astéroïde occulte une étoile. Seul un observateur qui se trouve dans l'ombre de l'astéroïde peut voir l'occultation. La zone d'occultation est aussi large que l'astéroïde lui-même, faisant généralement quelques dizaines de kilomètres.

Or, jusqu'à présent, les incertitudes sur la position des astéroïdes, et donc sur la trajectoire d'occultation s'élèvent facilement à quelques centaines de kilomètres. Une occultation prévue pour être visible en Belgique pouvait s'avérer être visible à Rome. De nombreux observateurs qui ont installé leurs télescopes n'avaient alors pas vu l'occultation.

Grâce aux observations de Gaia, nous disposons désormais des orbites précises de 150 000 astéroïdes, et leurs positions peuvent être déterminées à quelques kilomètres près. Nous pouvons donc déterminer avec une très grande certitude où une occultation pourra être aperçue. Les observateurs d'occultations peuvent donc planifier leurs observations de manière beaucoup plus efficace.

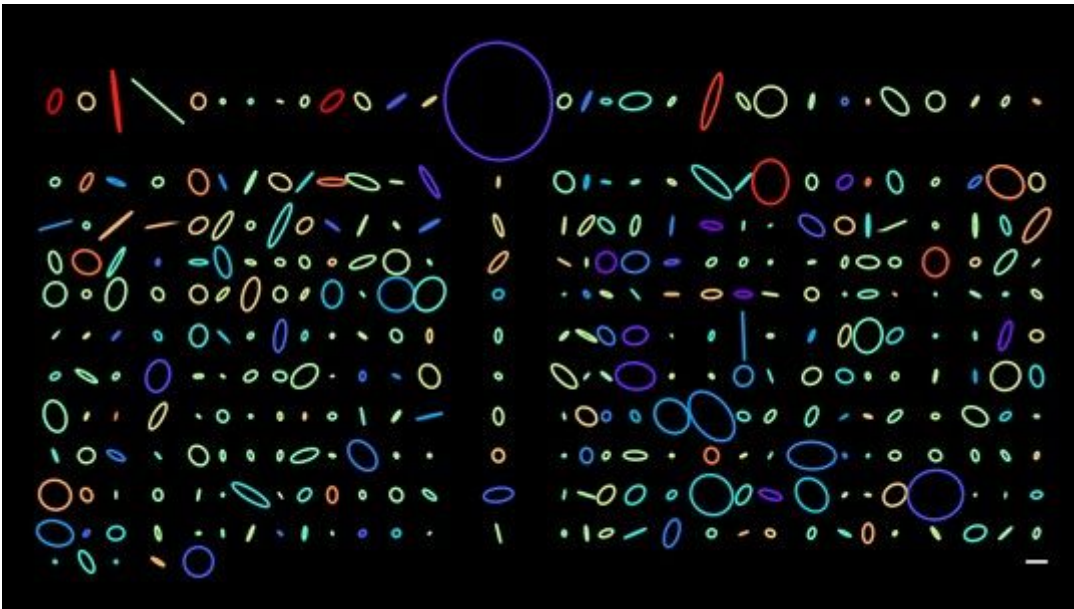
Si un nombre suffisant d'observateurs notent le moment de la disparition et de la réapparition de l'étoile, la silhouette de l'astéroïde peut être reconstituée. Nous pourrions ainsi mieux connaître les propriétés physiques des astéroïdes.

Il faut connaître son ennemi. Si jamais on trouve un astéroïde sur une trajectoire de collision avec la Terre, nous serons mieux à même de déterminer une stratégie pour éviter le danger.

L'Observatoire royal de Belgique a contribué au traitement des données Gaia sur les astéroïdes et les objets du système solaire.

Crédit : ESA/Gaia/DPAC, CC BY-SA 3.0 IGO.

## Des étoiles sociables



Lien vers la vidéo : <https://youtu.be/TPkjhXmW8k8>

Un tiers des étoiles naissent et vivent en paires, voire en groupes plus importants. Tout comme les humains, elles peuvent considérablement influencer la vie des autres, ainsi que la façon dont elles influencent leur environnement. La compréhension des systèmes d'étoiles multiples est essentielle pour comprendre les étoiles, la Voie lactée et l'univers.

Avec la version 3 de ses données, Gaia livre une base de données complète que les astronomes souhaitent depuis longtemps. Elle comprend 813 000 étoiles binaires qui permettront de répondre à de nombreuses questions en suspens.

Cette animation illustre les mouvements projetés dans le ciel d'étoiles binaires dont les orbites ont été déterminées par Gaia. Chaque ellipse correspond à l'un des 335 systèmes situés dans un rayon de 50 parsecs (163 années-lumière) et dont la période est inférieure à 1000 jours. Il s'agit de cas où Gaia ne voit que le mouvement d'une seule source, ce qui peut correspondre au mouvement réflexe d'une étoile dû à l'attraction gravitationnelle d'un compagnon invisible, ou au mouvement apparent de la lumière combinée de deux étoiles en orbite si proches que Gaia ne peut les distinguer.

Les orbites sont représentées à l'échelle et sont classées par distance croissante du Soleil, de gauche à droite et de haut en bas. La ligne horizontale blanche en bas à droite indique une taille apparente de 10 millisecondes d'arc. Les couleurs correspondent approximativement aux couleurs des sources déterminées par Gaia, le violet/bleu indiquant les étoiles chaudes et les naines blanches, le vert/jaune les étoiles semblables au Soleil, et le rouge les étoiles froides de faible masse.

L'animation montre les mouvements orbitaux déduits sur 1000 jours, ce qui correspond à peu près à la période couverte par la version 3 des données Gaia, et les points indiquent les positions modélisées des images stellaires après soustraction des effets du mouvement propre et de la parallaxe. Les orbites présentent une gamme de périodes courtes et longues, différentes tailles, diverses formes elliptiques, et certaines sont vues de face, ce qui limite le mouvement apparent à une ligne.

La version 3 des données de Gaia contient environ 500 fois plus de solutions d'orbites astrométriques que celles présentées ici.

Plus de détails sont disponibles sur <https://www.cosmos.esa.int/web/gaia/dr3-non-single-stars>.

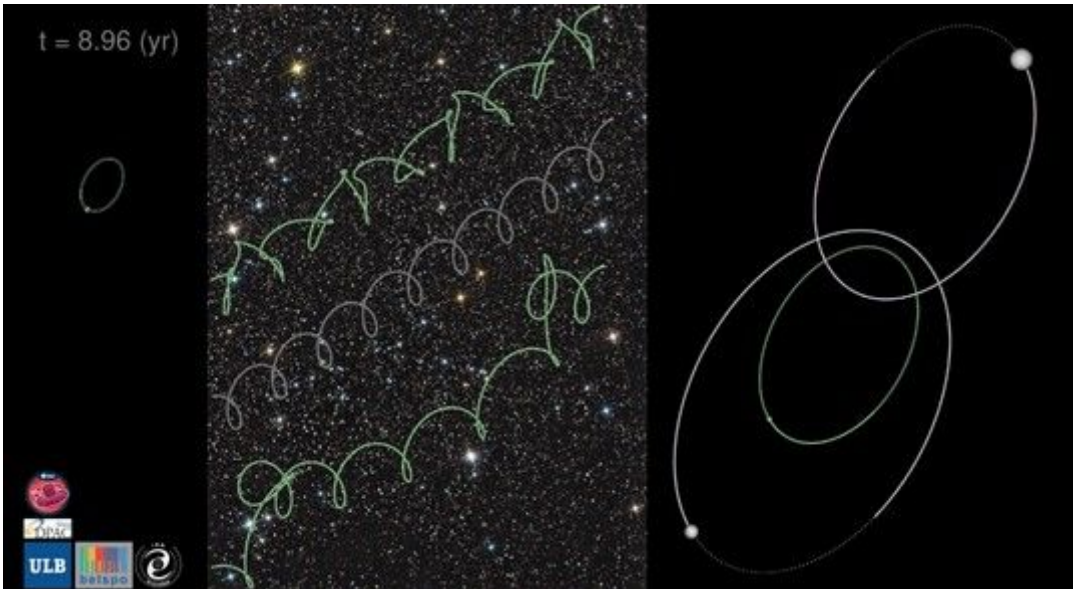
L'ULB et l'ULiège ont contribué au traitement des données Gaia des étoiles multiples.

Crédit : ESA/Gaia/DPAC, CC BY-SA 3.0 IGO.

## Comment Gaia détecte les étoiles binaires

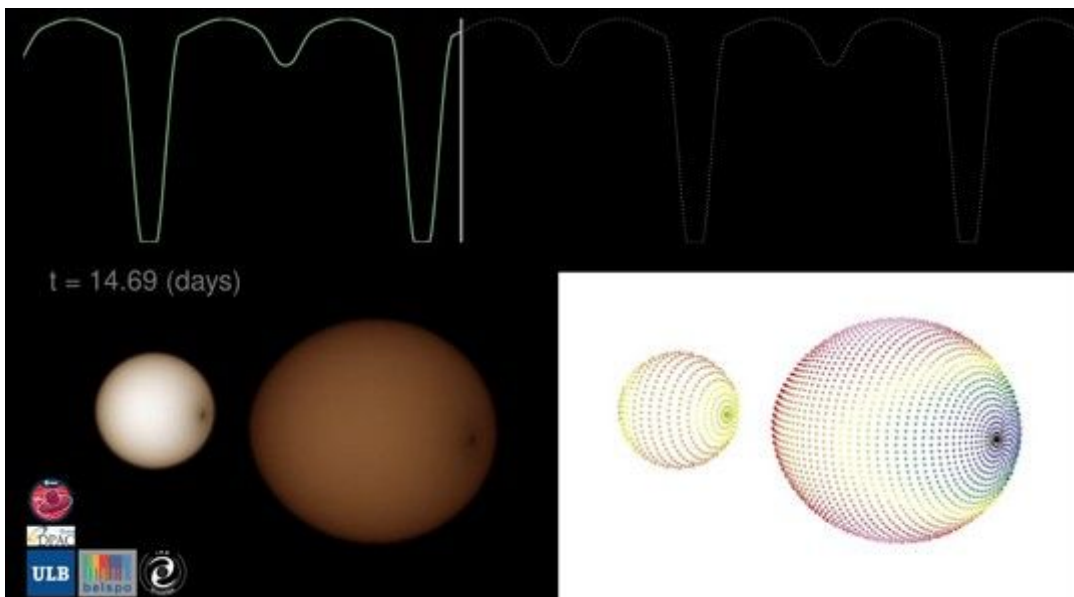
Les trois vidéos montrent les trois techniques différentes qu'utilise Gaia pour identifier les étoiles binaires.





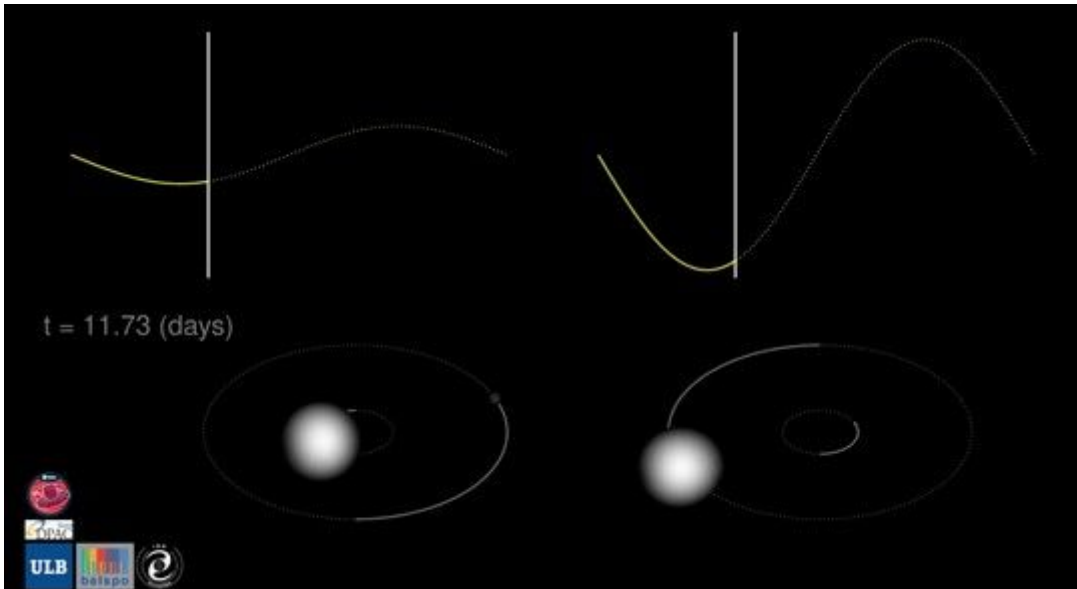
Lien vers la vidéo : <https://youtu.be/p4lCN8Ch2JA>

Astrométrie : les étoiles binaires sont détectées par leur mouvement non uniforme sur le ciel ; il peut s'agir d'un mouvement elliptique ou seulement d'une partie de celui-ci pour les orbites à très longue période. Les deux sources ne peuvent pas être vues individuellement, car soit les deux compagnons ont une magnitude très différente (un exemple extrême est une étoile et une planète) et seul le mouvement du plus brillant peut être détecté. Soit, les sources ont un éclat similaire, et seul le mouvement du photocentre peut être détecté. Les binaires astrométriques ont généralement de longues périodes (des mois à des années ou des décennies), car le mouvement sur le ciel est trop faible pour détecter les binaires à courte période.



Lien vers la vidéo : <https://youtu.be/mS5KgjIMgj4>

Photométrie : les binaires à éclipses sont détectées grâce à l'atténuation périodique de l'éclat d'une étoile due à une éclipse (partielle) par un compagnon. Comme la probabilité que la ligne de visée soit précisément le long du plan de l'orbite est très faible si les deux sources sont largement séparées, les binaires à éclipses observées ont généralement de petites périodes, de l'ordre de quelques heures à quelques jours.



Lien vers la vidéo : <https://youtu.be/GODSaQKINA4>

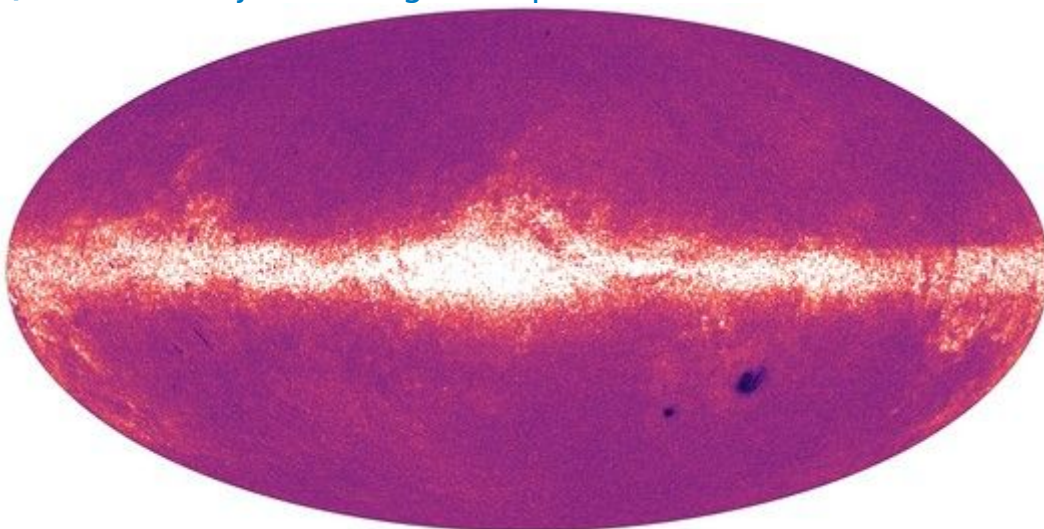
Spectroscopie : ces binaires ont une vitesse radiale qui varie périodiquement, selon que l'étoile s'approche ou s'éloigne de nous. Elles sont détectées grâce à cette variation. Si les sources ont une magnitude similaire, les raies spectrales des deux objets peuvent être vues, bien que souvent seules les raies de l'étoile la plus brillante soient visibles. Comme l'amplitude de la variation de la vitesse radiale augmente lorsque la période est plus courte, les binaires à courte période sont plus fréquentes.

Grâce à ces techniques, Gaia est capable de détecter des milliers d'étoiles binaires. Dans les meilleurs cas, il est possible d'estimer la masse des compagnons et parfois aussi leur éclat individuel. À partir de là, les astronomes peuvent découvrir parmi les étoiles normales des trésors cachés comme une exoplanète, ou une naine blanche, ou des compagnons compacts comme des étoiles à neutrons ou même des trous noirs.

Plus de détails sont disponibles sur <https://www.cosmos.esa.int/web/gaia/dr3-non-single-stars>. L'ULB et l'ULiège contribuent au traitement des données de Gaia pour identifier les étoiles multiples.

Crédit : ESA/Gaia/DPAC, CC BY-SA 3.0 IGO.

## Quasars et objets extragalactiques



Lien vers l'image : <https://www.cosmos.esa.int/web/gaia/dr3-quasar-candidates>

La figure montre une carte des candidats quasars dans la troisième version des données Gaia. Les quasars sont des sources extragalactiques extrêmement brillantes. Au cours de son voyage dans le cosmos, la lumière

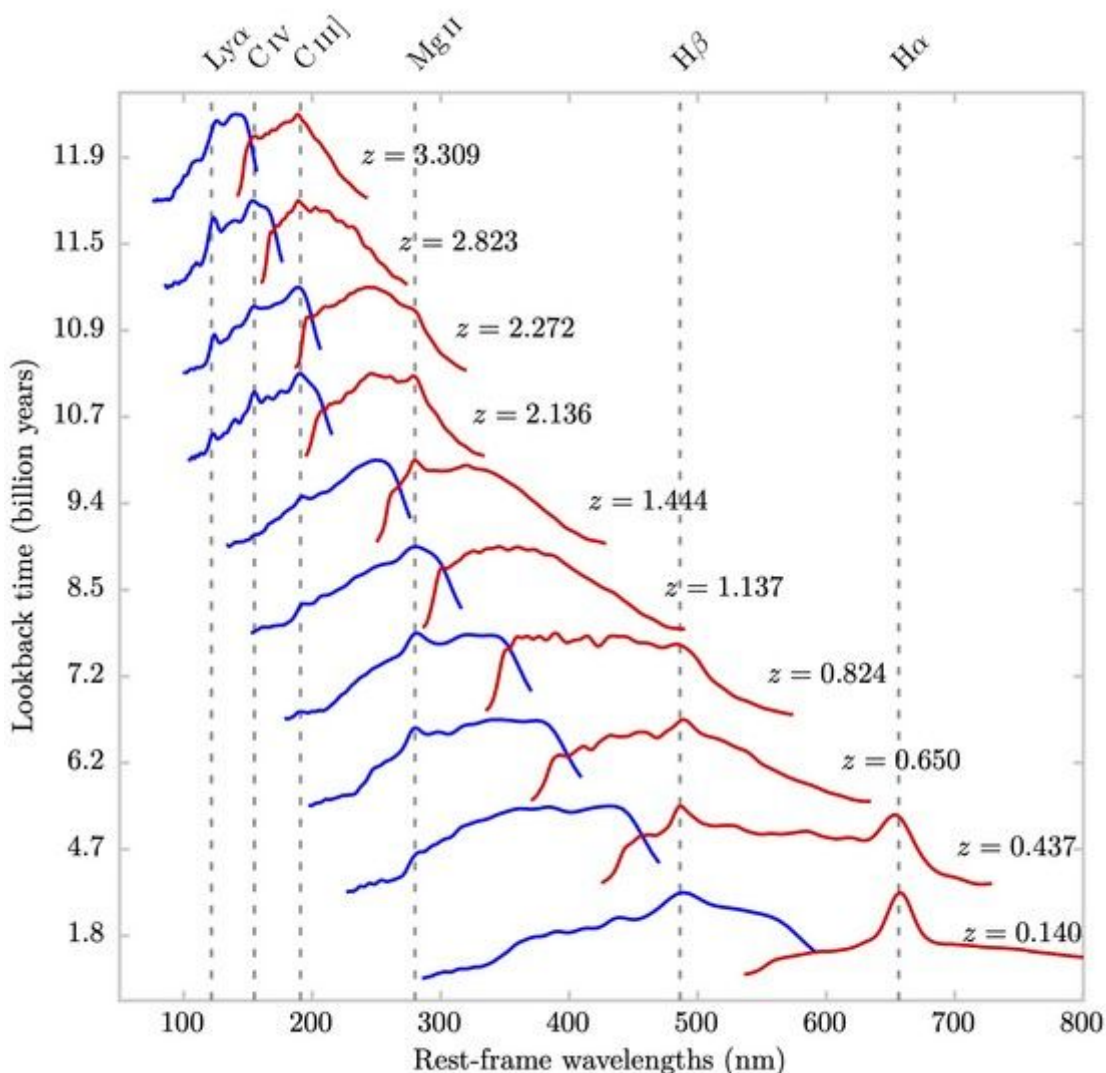
des quasars distants subit un allongement de la longueur d'onde dû à l'expansion de l'univers. En conséquence, la lumière émise apparaît plus rouge et couvre une gamme de longueurs d'onde plus étendue que lorsqu'elle a été émise initialement, il y a des milliards d'années. C'est ce qu'on appelle un décalage vers le rouge (redshift) cosmologique.

On pense que les quasars sont alimentés par l'accrétion de matière sur des trous noirs massifs au centre des galaxies, un processus qui émet plus d'énergie que les réactions thermonucléaires. Les quasars sont parmi les objets les plus lumineux de l'univers et les traceurs les plus importants pour étudier l'histoire de l'accrétion des trous noirs supermassifs, la formation des premières structures et l'histoire de la réionisation cosmique. Cependant, trouver et caractériser les quasars est extrêmement difficile en raison de leur faible densité spatiale et de leur taux de contamination élevé par les objets galactiques. L'ULiège a contribué au traitement des données Gaia et à l'analyse des objets extragalactiques tels que les quasars. Leur logiciel sélectionne les sources ayant de fortes probabilités d'être des quasars et analyse ensuite les spectres bleus et rouges observés de ces objets afin d'estimer leur décalage vers le rouge.

Plus de détails sont disponibles sur <https://www.cosmos.esa.int/web/gaia/dr3-quasar-candidates>.

Crédits : ESA/Gaia/DPAC, CC BY-SA 3.0 IGO.

## Analyse spectroscopique des quasars



Lien de l'image : [https://www.cosmos.esa.int/web/gaia/iow\\_20201222](https://www.cosmos.esa.int/web/gaia/iow_20201222)

La figure montre les spectres bleus et rouges de dix quasars connus sélectionnés avec une magnitude apparente comprise entre 17 et 18. Tous les quasars sélectionnés présentent plusieurs émissions fortes aux longueurs d'onde attendues dans un référentiel au repos, indépendamment du décalage vers le rouge et malgré la faible résolution de la spectrophotométrie.

Quand Gaia observe des quasars à plus haut décalage vers le rouge (caractérisés par la lettre z dans la figure), ils peuvent également nous apparaître moins lumineux, car ils sont plus éloignés. Par conséquent, leurs spectres sont beaucoup plus contaminés par le bruit et presque toutes les caractéristiques spectrales sont effacées, à l'exception des raies d'émission les plus fortes (H-alpha et Ly-alpha). Grâce au décalage vers le rouge mesuré, les scientifiques peuvent estimer le temps qu'il a fallu aux photons émis par le quasar pour traverser le milieu intergalactique avant de nous parvenir, nous fournissant donc une image de l'Univers tel qu'il était il y a plusieurs milliards d'années. Les quasars ont repoussé les limites de l'univers observable de manière significative, tant en termes de distance que de temps.

Plus de détails sont disponibles sur <https://www.cosmos.esa.int/web/gaia/dr3-quasar-candidates>.

L'ULiège a contribué au traitement des données Gaia pour caractériser les quasars et les objets extragalactiques.

Crédits : ESA/Gaia/DPAC, L. Delchambre, R. Andrae, M. Fouesneau, O. Creevey, R. Sordo, et toute l'unité de coordination 5 et 8 (CU5/CU8) de Gaia DPAC. Nous souhaitons remercier le Centre de traitement des données Gaia de l'Institut d'astronomie de Cambridge (DPCI) d'avoir produit la spectrophotométrie de haute qualité et le Centre national d'études spatiales (CNES ; DPCC) sur lesquels repose ce travail.

## Annexes

### Questions fréquentes – En bref

#### Qu'est-ce que Gaia ?

Gaia est une mission de l'ESA qui a été lancée le 19 décembre 2013 et qui observe le ciel depuis le 29 juillet 2014. Son objectif est de créer la carte 3D de notre galaxie la plus précise possible en observant plus d'un milliard d'étoiles. Cela inclut non seulement les positions et mouvements des étoiles, mais aussi d'autres paramètres astronomiques clés tels que leurs « luminosité » (ce que les scientifiques appellent magnitude), leurs couleurs, et leur température. Gaia cartographie également d'autres corps célestes, tels ceux présents dans notre système solaire (astéroïdes, comètes et satellites naturels), ou encore les galaxies et les quasars. En outre, elle a pour ambition de mener à la détection de nouvelles exoplanètes et même effectuer quelques tests de la théorie de la relativité générale d'Einstein.

#### Où se trouve Gaia ?

Gaia tourne autour du Soleil à une distance de 1,5 million de kilomètres de la Terre au point L2 de Lagrange. La sonde spatiale co-orbite donc avec la Terre autour du soleil.

#### Comment fonctionne Gaia ?

La mission Gaia réalise des observations répétées des positions des étoiles dans deux champs de vue séparés d'un angle de 106.5 degrés, et détecte tout changement de mouvement d'un objet dans l'espace. Le satellite tourne lentement, balayant toute la sphère céleste de ses deux télescopes en 4 rotations complètes en 24 heures. Les 3 stations ESTRACK de l'ESA, situées à Cebreros (Espagne), New Norcia (Australie), et Malargüe (Argentine), sont utilisées pour communiquer avec Gaia huit heures par jour, environ, et recevoir les données scientifiques et opérationnelles du satellite.

#### En quoi consistent les publications de données Gaia (*Gaia data releases*) ?

La très grande quantité de données que produit Gaia (plus d'un million de gigaoctets pour toute la mission) nécessite une énorme puissance de calcul ainsi qu'une importante expertise scientifique internationale. Des équipes de scientifiques travaillent sur différentes parties des données de Gaia et sur des logiciels construits pour traiter celles-ci. Les résultats de ces traitements sont publiés partiellement à différents moments, chaque publication contenant plus de données et de découvertes que la précédente. La première et deuxième publication des données eut lieu, respectivement, le 14 septembre 2016 et le 25 avril 2018. Le catalogue Gaia a été réalisé en deux temps : une première partie des mesures a été publiée en ligne le 3 décembre 2020, tandis que la publication complète de la troisième version du catalogue Gaia a lieu ce lundi 13 juin 2022. Deux versions, encore plus détaillées et précises, sont encore prévues.

#### Quels pays sont impliqués dans Gaia ?

Les scientifiques impliqués dans Gaia proviennent de vingt pays européens (Allemagne, Autriche, Belgique, République tchèque, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Italie, Pays-Bas, Pologne, Portugal, Royaume-Uni, Slovénie, Suède et Suisse) ainsi que d'autres pays non européens (Algérie, Brésil, États-Unis et Israël).

## Glossaire

**Étoiles binaires** : Une étoile binaire est un système composé de deux étoiles qui orbitent l'une autour de l'autre, ou, plus précisément, autour de leur centre de masse commun. Des études récentes suggèrent que plus de la moitié des étoiles font partie de systèmes binaires ou multiples.

**Parallaxe** : La parallaxe est la différence apparente de position d'un objet vu selon deux lignes de visée différentes – tenez un doigt en face de vous, fermez un œil à la fois, et vous constaterez que votre doigt et d'autres objets bougent à chaque fois que vous passez d'un œil à l'autre. Plus l'objet est éloigné, moins il

bouge, et plus petite est la parallaxe. Les astronomes utilisent la parallaxe pour mesurer la distance des objets astronomiques proches, en utilisant des positions opposées de l'orbite terrestre autour du Soleil comme lignes de visée, et en appliquant des principes géométriques simples.

**Mouvement propre :** Les étoiles ne sont pas immobiles, mais bougent autour du centre de notre galaxie. Notre Soleil, par exemple, tourne à une vitesse de 220 kilomètres par seconde autour du centre galactique. Le mouvement propre est le mouvement apparent des étoiles dans le ciel, comme nous le verrions si nous étions placés au centre du système solaire.

**Quasars :** Un quasar, ou objet quasi stellaire (QSO) est un trou noir supermassif entouré d'un disque d'accrétion de gaz et de poussière. Tandis que la matière qui compose le disque tombe vers le trou noir, d'énormes quantités d'énergie sont émises, ce qui fait du quasar l'un des objets les plus lumineux de notre Univers.

**Vitesse radiale :** La vitesse radiale d'une étoile est une mesure de la rapidité de son déplacement par rapport à nous. Elle est positive si l'étoile s'éloigne, et négative si elle se rapproche de nous. La vitesse radiale d'une étoile est mesurée grâce à l'effet Doppler : la lumière provenant de l'étoile est décalée vers des longueurs d'ondes plus courtes (vers le bleu) quand elle se déplace vers nous, et vers des longueurs d'onde plus longues (vers le rouge) lorsqu'elle s'éloigne. Similairement, l'effet Doppler est à l'origine du changement de ton de la sirène d'une ambulance qui s'approche puis s'éloigne de nous.

**Étoiles variables :** Une étoile variable est une étoile dont la luminosité fluctue. Cette variation peut être causée par une modification de la lumière émise (changement intrinsèque) ou par quelque chose qui bloque partiellement la lumière (changement extrinsèque). Toutes les étoiles sont variables à un certain degré (la luminosité du Soleil change d'environ 0,1 % durant son cycle solaire), mais des changements plus importants peuvent être aperçus dans des objets tels que les étoiles binaires à éclipses, quand une étoile passe devant une autre et bloque une partie de sa lumière, ou tels que les étoiles géantes pulsantes, où l'étoile gonfle et se rétrécit, changeant ainsi sa taille et sa luminosité. Les taches sombres et brillantes sur la surface de l'étoile, telle que les taches solaires, peuvent causer des variations de luminosité observables.

**Spectroscopie :** Un grand nombre des données obtenues par Gaia ont été mesurées sur le spectre lumineux des étoiles. Les spectres sont obtenus en déviant la lumière vers un prisme (ou tout autre milieu dispersif) qui agit de la même façon que les gouttes d'eau lors de la formation d'un arc-en-ciel. La lumière dispersée laisse apparaître son spectre de couleurs sur lequel se superpose un cortège de lignes (c.-à-d. des raies spectrales) plus ou moins sombres : c'est le spectre de l'étoile. Les couleurs et les raies spectrales sont comme un code-barres qui concentre toute l'information relative à l'étoile. Elles permettent de déduire sa température, sa composition chimique, ou l'amplitude de son déplacement par rapport à nous.