

### Qu'est-ce que Gaia ?

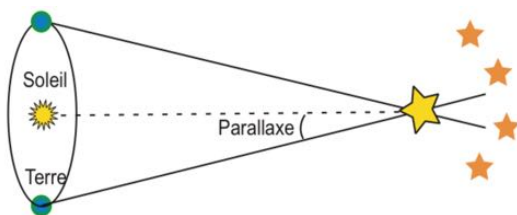
Gaia est un satellite de l'Agence Spatiale Européenne (ESA), lancé le 19 décembre 2013 depuis Kourou par une fusée Soyouz-Fregat. Il mesure les distances, les positions et les vitesses des étoiles de notre Galaxie, la Voie lactée, pour nous en donner une image animée extrêmement précise et en trois dimensions.

### A quoi sert la mesure des distances et des vitesses ?

La connaissance de la distance d'une étoile nous permet de déterminer ses principales caractéristiques (âge, masse, luminosité réelle, etc...). Les vitesses nous indiquent où l'étoile se trouvait il y a plusieurs millions d'années et où elle se situera dans le futur. Avec ces mesures, Gaia permet aux scientifiques de déterminer la nature, la structure, l'histoire passée et l'évolution future de la Voie lactée et de ses diverses composantes.

### Comment mesure-t-on la distance à une étoile ?

Les astronomes utilisent la parallaxe stellaire, aussi appelée parallaxe trigonométrique. C'est l'angle du déplacement apparent d'une étoile dans le ciel lorsqu'elle est observée depuis différents points de l'orbite terrestre autour du Soleil. La parallaxe donne la distance à l'étoile par de simples relations géométriques. Plus l'étoile est loin, plus la parallaxe est petite.



### Pourquoi mesurer les parallaxes depuis l'espace ?

La parallaxe stellaire est difficile à mesurer car il s'agit d'une quantité très petite : pour l'étoile la plus proche, l'angle à mesurer est 2500 fois plus petit que la dimension apparente de la Lune ... et pour une étoile au centre de la Galaxie, l'angle à mesurer est 15 millions de fois plus petit ! Il faut des mesures extrêmement précises pour l'obtenir, et l'on a besoin d'aller au-delà de l'atmosphère terrestre afin d'éviter les effets de distorsion qu'elle produit.

### Quelle est la précision des mesures ?

Quand toutes les mesures de Gaia seront disponibles, la précision sera d'environ 20 microsecondes de degré (soit environ 6 milliardièmes de degrés). Cette précision correspond à l'angle que ferait un immeuble de cinq étages situé sur Mars.

### Combien d'étoiles sont mesurées par Gaia ?

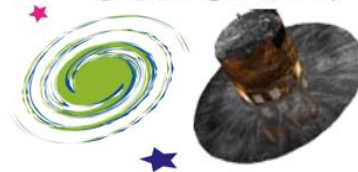
Gaia mesure plus d'un milliard et demi (soit 1000 millions) d'étoiles. Ceci correspond à environ un 1% du nombre total d'étoiles de la Voie Lactée.

### Quels autres objets Gaia observe-t-il ?

Gaia observe également plus de 350 000 objets de notre Système Solaire, environ 15 000 nouvelles

## Les Petits Livres de Gaia

CE QUE  
VOUS AVEZ  
TOUJOURS  
VOULU SAVOIR  
SUR GAIA!



planètes tournant autour d'autres étoiles, plus de 50 000 naines brunes (étoiles de très faible masse qui émettent peu de lumière), près de 20 000 supernovae (étoiles qui explosent à la fin de leur vie), et un très grand nombre de galaxies.

### A quelle distance se trouve l'étoile la plus proche ?

L'étoile la plus proche de la Terre (exception faite du soleil) est Proxima du Centaure, dans le système stellaire Alpha Centauri. Elle se trouve à 4,3 années lumières de la Terre.

### Quelle est la taille de notre Galaxie ?

Si nous pouvions voyager à la vitesse de la lumière, il faudrait environ 100 000 ans pour traverser entièrement la Galaxie. A la vitesse du vaisseau spatial le plus rapide jamais construit par l'homme (la sonde Helios-2), il faudrait 500 millions d'années pour traverser entièrement la Galaxie.

### Combien de personnes travaillent sur Gaia ?

Maintenant que le vaisseau est en opération, la plupart des ingénieurs et chercheurs qui travaillent sur Gaia, soit environ 450, font partie du Consortium de Traitement et d'Analyse des Données (DPAC = Data Processing and Analysis Consortium). Ils font partie d'instituts de recherche européens (comme le CNRS) ou d'agences spatiales (comme le CNES). Un certain nombre de personnes de l'ESA font aussi partie du DPAC : situées au Centre de l'ESA dédié à l'astronomie spatiale (ESAC) à Madrid, elles assurent tous les aspects de réception et de premier traitement des données brutes, ainsi que la maintenance de la base de données. Enfin, une équipe du Centre d'Opérations de l'ESA (ESOC) à Darmstadt, assure le fonctionnement et la maintenance du satellite.

### Quel est le temps de calcul nécessaire à la réduction complète des données de Gaia ?

La réduction des données par un PC ordinaire prendrait environ 300 ans ! L'équipe de Gaia effectuera ceci en seulement 3 ans à l'aide de technologies de pointe.

### Qui a accès aux données de Gaia ?

Les données acquises par Gaia sont converties en informations utiles (distances, vitesses,...) par le DPAC et les résultats sont publics. Les scientifiques, les astronomes amateurs ou les étudiants ont accès librement aux données de Gaia. Le grand public est également régulièrement informé des découvertes de Gaia.

### Les catalogues Gaia

La précision ultime attendue des données de Gaia ne pourra être atteinte qu'après un traitement informatique complexe utilisant l'ensemble des observations qui effectuées par Gaia. C'est pour cette raison que les résultats définitifs de la mission nominale (5 années) ne seront pas disponibles avant les années 2022. Cependant, un certain nombre de Catalogues Intermédiaires ont été prévus, s'appuyant sur un nombre de plus en plus grand d'observations, couvrant des périodes de plus en plus longues, donnant de plus en plus d'informations de plus en plus précises.

Le premier catalogue Gaia, **Gaia DR1**, publié le 14 septembre 2016, repose sur les 14 premiers mois de données. Il comprend les positions sur le ciel d'un milliard d'étoiles ainsi qu'une estimation de la distance (parallaxe) et des mouvements propres (mouvements sur le ciel) pour un "petit" sous-

ensemble de 2 millions d'étoiles brillantes. C'est le premier Catalogue décrivant en détail l'état du ciel au début du XXIème siècle. Il a déjà eu un impact important sur la communauté astronomique mondiale et déjà permis des centaines de publications scientifiques.

Le deuxième catalogue Gaia, **Gaia-DR2**, publié le 25 avril 2018, est basé sur les observations obtenues pendant les 22 premiers mois (668 jours) de la phase opérationnelle de Gaia, du 25 juillet 2014 au 23 mai 2016. Il contient les positions, parallaxes et mouvements propres, ainsi que les luminosité et couleur pour plus d'1.3 milliard d'étoiles, les vitesses radiales (le long de la ligne de visée) pour plus de 7 millions d'étoiles, et bien d'autres informations. Des nombres que l'on ne peut qualifier que d'"astronomiques" !!

### Combien de temps prend la construction d'un satellite comme Gaia ?

Une mission comme Gaia peut faire l'objet d'études pendant plusieurs années avant que l'ESA ne lui donne le feu vert. Les études détaillées de sa conception prennent ensuite entre 3 et 4 ans, et 3 ou 4 années supplémentaires sont nécessaires pour construire et tester le satellite, et le préparer au lancement.

### Qui a construit le satellite ?

Le satellite a été construit par l'entreprise Airbus Defence and Space à Toulouse pour le compte de l'ESA. De nombreuses entreprises en Europe et quelques unes aux USA y ont participé.

### Quels sont la taille et le poids de Gaia ?

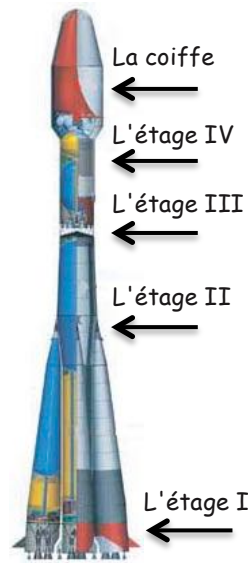
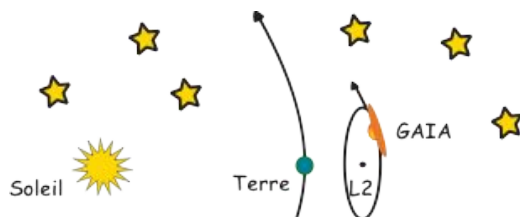
Gaia mesure environ 3 mètres de hauteur et 10 mètres de diamètre, et pèse environ 2 tonnes.

### Comment Gaia a-t-il été transporté jusqu'à son orbite ?

Le satellite Gaia a été emporté dans l'espace par une fusée Soyouz/ST. Tout d'abord la fusée a été envoyée sur une orbite basse. Puis, l'étage supérieur, Fregat, a été mis à feu pour amener le satellite jusqu'à sa position finale, L2. Cela a pris environ un mois.

### Où est l'orbite de Gaia ?

Gaia est en orbite à environ 1,5 millions de kilomètres de la Terre autour du point de Lagrange L2 du système Soleil-Terre, un endroit où les forces d'attraction des deux corps s'équilibrent avec la force centrifuge qui a tendance à éloigner le vaisseau spatial. De plus, cette orbite est dans une région soumise à peu de radiations et où il n'y a pas d'éclipse, ce qui maintient le satellite à une température constante. À cet endroit, Gaia a donc une capacité d'observation optimale.



### Comment fonctionne une fusée ?

Un mélange de combustible et de comburant, le propergol, est brûlé dans la fusée pour produire du gaz sous pression qui s'échappe par les tuyères arrière. Ce gaz fournit une poussée qui, par réaction, propulse la fusée vers le haut, tout comme un ballon qui s'envole lorsqu'on libère son embouchure.

### A quoi ressemble une fusée Soyouz-Fregat ?

Les lanceurs Soyouz ont une place particulière dans l'histoire spatiale. Ils ont propulsé dans l'espace le premier satellite et le premier homme. Les fusées Soyouz ont déjà lancé plusieurs satellites de l'ESA : Cluster, Mars Express et Gaia.

Les différentes parties d'une fusée Soyouz sont: la coiffe où la charge utile (le satellite à lancer) est placée, et quatre étages successifs. Chaque étage a une fonction particulière. L'étage I - les moteurs - propulse la fusée hors de l'attraction terrestre. Les étages II et III sont utilisés pour mettre la fusée en orbite autour de la Terre. L'étage IV - Fregat - est complexe : il peut être démarré puis arrêté plusieurs fois. Ceci permet de placer un satellite sur des orbites très différentes par des manœuvres compliquées.

### Combien de temps Gaia restera-t-il dans l'espace ?

Gaia a commencé à effectuer des mesures dès sa mise en orbite finale et va y rester pour une durée de cinq ans à dix ans.

### Comment le satellite est-il contrôlé depuis la Terre ?

Des signaux radios sont envoyés au satellite grâce à de grandes antennes radio qui sont pointées dans sa direction. Les informations émises par le satellite vers la Terre représentent un flux très élevé, et sont aussi transmises par des ondes radio à haute fréquence.

### Qu'arrivera-t-il à Gaia après la fin de son fonctionnement ?

Quand Gaia aura épuisé ses carburants, il sera laissé en orbite libre. Sa trajectoire, éloignée de la Terre, n'affectera pas d'autres satellites. Un jour, peut-être, un impact avec une météorite ou une comète pourra éventuellement détruire le satellite "mort".

### Que signifie le nom Gaia ?

Dans la Grèce antique, Gaia était la déesse de la Terre, la Mère Universelle. Plus récemment, ce nom a été adopté pour une théorie qui affirme que la Terre (y compris tous ses organismes vivants, la biosphère, les roches, l'air et les océans) se comporte comme un organisme vivant. Maintenant, c'est le nom donné à ce projet ambitieux qui permettra d'explorer la structure, l'origine et l'évolution de notre Galaxie.

Des informations plus détaillées sont disponibles sur le site web de Gaia :

[http : http://gaia.obspm.fr](http://gaia.obspm.fr) (en français)

<http://sci.esa.int/Gaia> (en anglais)

