

p.4 **p.**6 p.10 p.16 p.18 p.20 p.22 p.24

En bref

Les grandes étapes du programme Gaia Quelques chiffres

1. Les distances des étoiles : tout un univers

Comment mesure-t-on les distances des étoiles ? Pourquoi mesurer ces distances depuis l'espace ? Reconstituer l'histoire de la Voie lactée

2. Une mission scientifique ambitieuse

Un objectif principal : cartographier un milliard d'étoiles D'innombrables retombées scientifiques Gaia, un super Hipparcos Une centaine de scientifiques français impliqués

3. Les capacités du satellite

Un long voyage

4. Le CNES au cœur du traitement des données

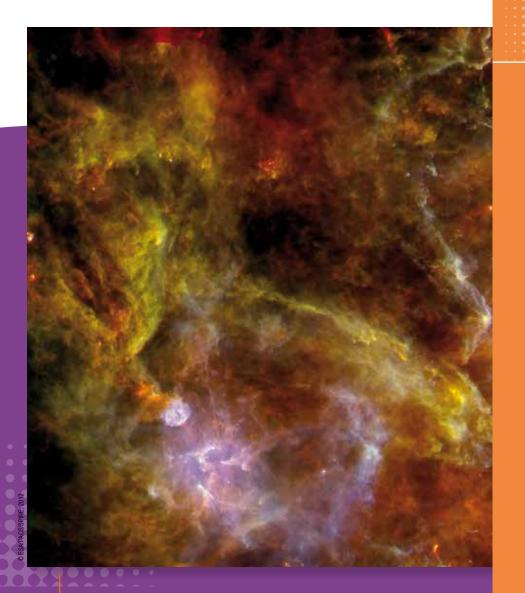
Le DPAC : un « pack » pour l'astrométrie Des méthodes de travail collaboratives

🗕 5. Gaia rime avec big data

Les industriels partenaires

Le CNES, Centre National d'Etudes Spatiales

Contacts



Les grandes étapes du programme Gaia

8 août 1989 : lancement du satellite Hipparcos.

15 août 1993 : fin de la mission. Hipparcos aura permis d'étudier 2,5 millions d'étoiles.

2000 : l'Agence spatiale européenne décide de donner un successeur à Hipparcos : Gaia devient mission Pierre Angulaire numéro 6.

2004: le CNES rejoint le projet.

2006 : l'ESA confie la réalisation du satellite à la société Astrium à Toulouse.

2006: formation du consortium de traitement des données du Data Processing and Analysis Consortium (DPAC).

Septembre 2013 : expédition du satellite au Centre spatial guyanais.

EN BREF

aia est une mission d'astronomie européenne sans équivalent. Elle augure d'un bond en avant dans notre compréhension de notre univers proche et lointain, de son histoire et de ses lois. Sixième pierre angulaire du programme scientifique de l'Agence spatiale européenne (ESA), ce satellite sera tellement sensible qu'il pourra mesurer l'équivalent du diamètre d'un cheveu distant de 1 000 kilomètres.

Pendant cinq ans, à compter de son lancement par Soyouz depuis le port spatial européen de Kourou en Guyane, ce télescope spatial va cartographier en 3D pas moins d'un milliard d'étoiles de notre Voie lactée. Il relèvera la position, la vitesse, la brillance et la distance par rapport à la Terre de chacune d'entre elles, au travers d'environ 75 observations. Grâce au recensement ainsi obtenu, les astronomes pourront identifier différentes générations de populations stellaires, et reconstituer leur voyage à travers l'espace au fil du temps. Ils nous donneront ainsi l'image la plus détaillée jamais obtenue de la structure de notre Galaxie et de son évolution.



Gaia au Centre spatial guyanais, peu avant son lancement par Sovouz.



Printemps 2014 : fin de la recette en vol. début des traitements opérationnels au Data Processing Center (DPC).

2016-2019: publication par l'ESA de catalogues intermédiaires livrés par le DPAC.

2019 : fin de la mission en vol, début des traitements « post-opération ».

2020/2021 : fin de la mission scientifique, publication des résultats finaux.

> Gaia devrait également apporter des connaissances nouvelles en ce qui concerne les planètes extrasolaires, le système solaire, les galaxies extérieures et la physique fondamentale. Les relevés Gaia vont donc alimenter pendant des décennies la recherche en astronomie.

> La maîtrise d'œuvre du satellite a été confiée à Astrium. Le CNES s'est engagé auprès de la communauté scientifique et de l'ESA pour prendre en charge une part importante des traitements scientifiques.



- Masse du satellite : 2 tonnes
- Durée de vie : 5 ans en mode opérationnel
- 1 pétaoctet de données à gérer, soit 1 000 téraoctets, 1 000 000 giga-octets ou encore 1 million de milliards d'octets.
- 6 téra-flops de puissance de calcul nécessaire au CNES en fin de mission.
- 30 laboratoires et 450 personnes mobilisées
- Objectifs de précision de localisation : plus brillantes (magnitude 12 et moins) à 300 microsecondes d'arc pour les étoiles les plus faibles (magnitude 20). Par comparaison, 10 microsecondes d'arc correspondent à l'épaisseur d'un cheveu vu à 1 000 km.

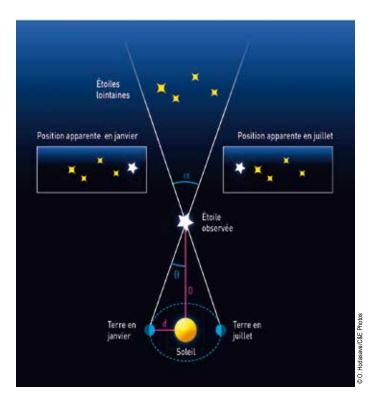


Dossier d'information **GAIA** 6

Les distances des étoiles : tout un univers

Comment mesure-t-on les distances des étoiles ?

Pour déterminer la distance à une étoile proche, on ne peut pas arpenter l'espace. Il faut donc « ruser » et employer un concept appelé « parallaxe ». Cette méthode géométrique ancienne consiste à viser l'étoile deux fois, à six mois d'intervalle. Si l'on repère depuis la Terre cette étoile par rapport au fond du ciel et que l'on répète cette mesure six mois plus tard, lorsque la Terre a parcouru la moitié de son orbite autour du Soleil, la position de l'étoile semble être décalée par rapport au fond d'étoiles. Ce déplacement angulaire - qui n'est qu'apparent - est ce que l'on appelle la parallaxe stellaire. Il résulte du mouvement de la Terre sur son orbite : en six mois, elle s'est déplacée d'environ 300 millions de kilomètres. Le déplacement apparent de l'étoile est estimé par une mesure d'angle. Cet angle donne un indice de la distance de l'étoile, et il est d'autant plus petit que l'étoile est éloignée. En connaissant la distance d'une étoile, on peut déterminer ses principales caractéristiques : luminosité réelle, puis âge, masse, température, etc.



Dans la Grèce antique, au lle siècle avant notre ère, Hipparque de Nicée mesura minutieusement à l'œil nu la position de plus d'un millier d'étoiles. C'est ainsi que fut produit le premier catalogue stellaire.



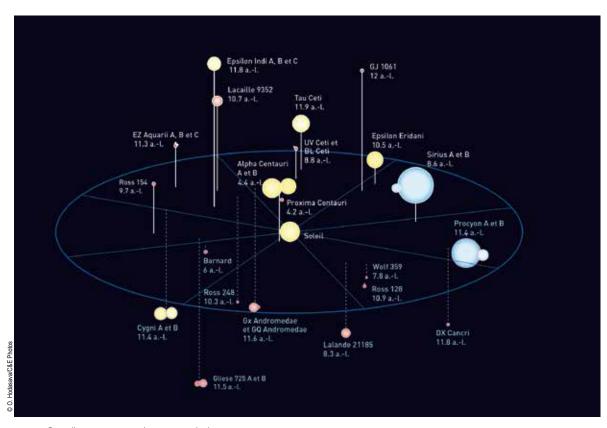
Quelques-unes des étoiles les plus brillantes de notre Galaxie. A droite la Croix du Sud, en bas à gauche les deux étoiles les plus brillantes de la constellation du Centaure.

Pourquoi mesurer ces distances depuis l'espace ?

Les distances des étoiles étant considérablement plus grandes que le rayon de l'orbite terrestre, les parallaxes stellaires sont des angles toujours extrêmement petits. En pratique, à partir du sol, on ne peut donc déterminer par la méthode géométrique que la parallaxe d'étoiles situées à des distances inférieures à 100 parsecs ou « parallaxe-seconde », soit un peu plus de 300 années-lumière. Pour des étoiles plus lointaines, il faut recourir à des méthodes fondées sur des mesures statistiques, spectroscopiques ou photométriques qui dépendent d'hypothèses sur la physique des astres. La méthode trigonométrique demeure néanmoins la méthode fondamentale, qui sert à calibrer toutes les autres et c'est bien ce que l'on attend de Gaia.

La difficulté concernant Gaia peut être suggérée par l'image suivante : imaginons que l'on regarde un arbre depuis deux fenêtres différentes. Pour déterminer la parallaxe, il faudra connaître la distance entre ces deux fenêtres. Gaia n'étant pas au même niveau qu'un homme sur Terre, il faudra toujours, pendant la mission, déterminer très précisément la position du satellite.

Il sera pour cela surveillé en continu depuis le sol par un réseau de télescopes, afin de le positionner au centième de seconde d'arc près (soit à 100 mètres près). Le CNES a contribué à l'élaboration de ce dispositif, dit GBOT (Ground Based Optical Tracking), venant en complément des méthodes radio de l'ESA.



Cette illustration montre la position et la distance des étoiles les plus proches.

Dans une bulle de 12 années-lumière de diamètre centrée sur le Soleil, on compte 31 étoiles (qui forment 22 systèmes stellaires).

La plupart de ces astres sont de petites étoiles ou des naines brunes peu lumineuses: seules 9 sont visibles à l'œil nu.

Reconstituer l'histoire de la Voie lactée

Notre Galaxie, la Voie lactée, est une grande structure comportant des étoiles, du gaz, des poussières solides et de la matière noire. Tout comme une ville, la Voie lactée peut être divisée en différents quartiers et entourée de zones périphériques. Chacun de ces lieux a ses propres caractéristiques, qui apparaissent dans les orbites des étoiles et leur composition chimique. Grâce aux observations de Gaia, les astronomes pourront différencier ces régions les unes des autres. Comme les étoiles condensent des nuages célestes faits de gaz, elles

intègrent naturellement les substances chimiques présentes dans l'espace. Les étoiles traitent ensuite cette matière dans leurs cœurs et l'expulsent à la fin de leur vie. Ce phénomène enrichit la Galaxie de nouveaux éléments chimiques plus lourds, qui seront incorporés dans une prochaine génération d'étoiles. Gaia sera capable de reconnaître ces différentes générations. Il sera alors possible de construire une représentation plus précise de la naissance et de l'évolution de notre Galaxie.



La Voie lactée observée depuis l'Observatoire européen austral (ESO), installé dans le désert d'Atacama au nord du Chili.



Une mission scientifique ambitieuse

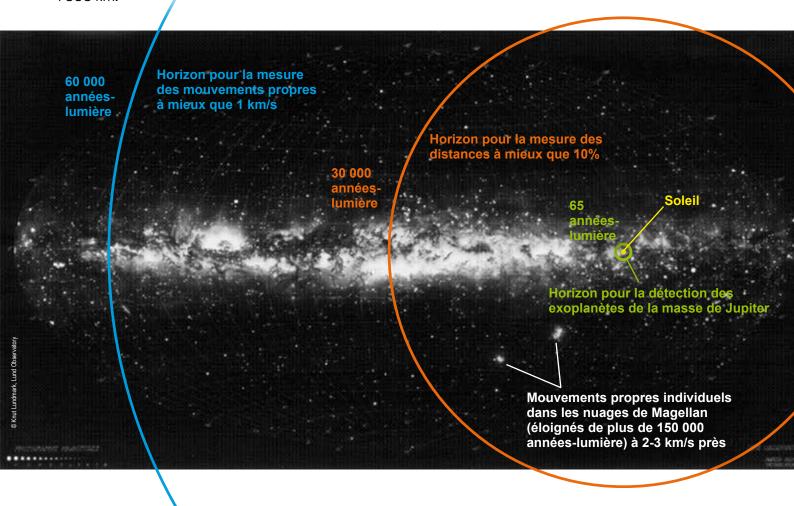
Un objectif principal : cartographier un milliard d'étoiles

Gaia a pour objectif principal de cartographier une grande partie de notre Galaxie, en localisant et caractérisant un milliard d'étoiles et quelques millions d'autres astres... Pour cet objectif « astronomique », Gaia doit atteindre des objectifs sur la précision de la localisation des étoiles extrêmement ambitieux. De 300 microsecondes d'arc pour les étoiles les moins brillantes (magnitude 20) à 7 microsecondes d'arc pour les plus brillantes (magnitude 12). A titre indicatif 10 microsecondes d'arc correspondent à l'épaisseur d'un cheveu vu à 1000 km.

La précision des mesures, inégalée à ce jour, offrira une vision tridimensionnelle de notre Galaxie, et consolidera les théories de formation et la dynamique des galaxies, en particulier leur formation initiale, avec les mécanismes d'accrétion.

D'innombrables retombées scientifiques

Les catalogues produits par Gaia serviront en outre de briques de base pour tous les domaines de l'astrophysique. L'ampleur et l'impact de la récolte scientifique escomptée sont considérables.



▶ Physique stellaire

Gaia identifiera les étoiles qui sont des reliques de galaxies plus petites, il y a bien longtemps « avalées » par la Voie lactée. Les recherches sur **la vie des étoiles**, leur formation et la dynamique de leur formation au sein des galaxies pourront avancer considérablement grâce à ces données.

Matière noire

Par l'observation à grande échelle du mouvement des étoiles dans notre Galaxie, Gaia sondera la distribution de la **matière sombre**, la matière hypothétique qui paraît tenir notre Galaxie compacte.

Système de référence

Pour déterminer les distances dans l'Univers au-delà de la Voie lactée, la cosmologie s'appuie sur des étoiles dont l'éclat varie de manière extrêmement régulière : les céphéides. Gaia, grâce à son balayage systématique du ciel, devrait détecter 1000 à 2000 de ces **céphéides** dans la Voie lactée, dont la distance sera parfaitement connue, calibrant ainsi avec précision la méthode. La sonde européenne étudiera aussi près de 500 000 guasars. Ces objets, très brillants au cœur des galaxies très lointaines, trahiraient la présence d'un trou noir super massif. Fixes dans le ciel, ils sont utilisés pour définir le Système de Référence Céleste International (ICRS), système adopté pour l'astronomie de haute précision. Des résultats de Gaia devrait ainsi découler une nouvelle version de ce système, améliorant le système actuel d'un ordre de grandeur et accroissant le nombre de sources de deux ordres de grandeur.



La galaxie Centaurus A située à environ 14 millions d'années-lumière de la Terre dans la constellation du Centaure.

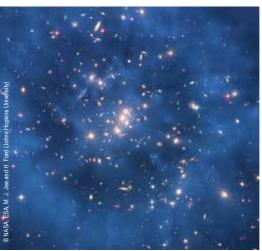


Image Hubble. La matière noire représenterait environ un quart de la masse de l'Univers.



Comme toutes les galaxies, NGC 4438 contient des céphéides, ces étoiles-jalons qui permettent de mesurer la distance des objets dans l'Univers.

▶ Système solaire

Par le nombre et la précision des mesures, la connaissance des **petits objets** du système solaire, comme les planètes naines ou les astéroïdes, sera grandement améliorée grâce à Gaia. Il sera possible d'affiner le modèle des systèmes planétaires.

► Planètes extrasolaires

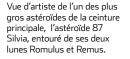
Grâce à la précision de ses mesures photométriques et astrométriques, on s'attend à la découverte par Gaia de **10 à 20 000 exoplanètes** : la méthode du transit pourra être utilisée pour 5 000 d'entre elles, puisque chaque objet doit être vu plusieurs dizaines de fois durant la mission.

► Physique fondamentale

La récolte scientifique de Gaia permettra à la théorie de la **Relativité générale** d'Einstein d'être testée comme jamais auparavant. La précision avec laquelle la sonde peut mesurer les positions est si grande que des effets gravitationnels habituellement négligeables apparaîtront dans les données.









Vue d'artiste d'exoplanètes gravitant autour de leur étoile.

Gaia, un « super Hipparcos »

Premier satellite d'astrométrie (1989-1993), Hipparcos a fourni les coordonnées célestes et les composantes du mouvement de quelque 120 000 étoiles, avec une précision 10 à 100 fois plus grande que les catalogues précédents, établis à l'aide d'instruments au sol. En combinant plusieurs millions de mesures, chacune relative à un couple d'étoiles, ce satellite a permis de déterminer les paramètres astrométriques d'étoiles présélectionnées. In fine, deux catalogues d'étoiles ont été élaborés : le catalogue Hipparcos, qui rassemble des informations d'une précision sans précédent sur près de 120 000 étoiles, et le catalogue Tycho, d'une précision moindre, mais portant sur plus de 2,5 millions d'étoiles.

Les astronomes du monde entier continuent aujourd'hui d'exploiter l'impressionnante quantité de données recueillies. Les progrès de la technologie à bord de Gaia, des miroirs nettement plus grands que celui d'Hipparcos et un pas de géant dans la puissance des calculs au sol vont entraîner un bond spectaculaire, tant dans la précision attendue (20 millionièmes de seconde d'arc à la magnitude 15), que dans le nombre d'objets observables (un milliard d'objets). Comme celui d'Hipparcos à l'époque, le catalogue Gaia n'aura pas d'équivalent dans le monde avant probablement plusieurs dizaines d'années.



Le satellite Hipparcos lors de tests avant son lancement en 1989.

Une centaine de scientifiques français impliqués

La communauté astronomique française est très fortement impliquée dans la préparation de la mission Gaia, avec plus de 100 scientifiques consacrant une part importante de leur temps à ce projet, auxquels s'ajoutent plusieurs dizaines d'ingénieurs. Le CNRS et les universités sont en première ligne dans cet effort.

Les principaux laboratoires contributeurs à la préparation de l'analyse des données sont :

- l'Observatoire de Paris (GEPI, IMCCE, SYRTE, LERMA),
- l'Observatoire de la Côte d'Azur (Lagrange),
- l'Observatoire de Besançon,
- l'Observatoire de Bordeaux,
- l'Observatoire de Strasbourg.
- le Laboratoire Univers et Particules de Montpellier.
- l'Institut d'Astrophysique de Paris.

François Mignard (Lagrange) a été le responsable du consortium DPAC (Gaia Data Processing and Analysis Consortium) de sa création en 2006 à fin 2012. Il est membre du Gaia Science Team de l'ESA et coordonne la participation française à la mission.

Paola Sartoretti (GEPI) a pris la suite de David Katz (GEPI) comme responsable du traitement des données spectroscopiques (chaîne de traitement CU6).

Carine Babusiaux (GEPI) est responsable de la production de données simulées (CU2), Paolo Tanga (Lagrange) est responsable du traitement des objets du système solaire (CU4), Christine Ducourant (Observatoire de Bordeaux, CU4) est en charge du traitement des images des objets étendus (des galaxies pour l'essentiel). Frédéric Thévenin (Lagrange) est coresponsable de la détermination des paramètres astrophysiques (CU8),

alors que Frédéric Arenou (GEPI) est responsable de la validation des données du DPAC dans la CU9.

Caroline Soubiran (Observatoire de Bordeaux) coordonne l'ensemble des observations complémentaires au sol nécessaires pour la calibration en vol des instruments et est membre du *Gaia Science Team*.



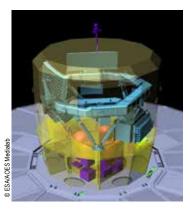
GEPI : Galaxies, étoiles, physique et instrumentation IMCCE : Institut de mécanique céleste et de calcul des éphémérides LERMA : Laboratoire d'étude du rayonnement et de la matière SYRTE : Systèmes de référence temps espace



Gaia lors de tests effectués chez Intespace (Astrium) à Toulouse.

Les capacités du satellite

Le satellite Gaia, construit à Toulouse par Astrium, peut être divisé en deux parties : le module de charge utile et le module de service. La charge utile comprend deux télescopes et trois instruments. Le module de service contient le système de propulsion, les unités de communication et d'autres composants essentiels qui permettent au vaisseau spatial de fonctionner et de renvoyer des données à la Terre. Sous le module de service et le module de charge utile, se trouvent les systèmes de protection et les panneaux solaires.



Le module de charge utile est logé à l'intérieur d'un dôme géométrique appelé « tente thermique ». À l'intérieur se trouvent les deux télescopes. Fabriqués en carbure de sili-

cium, ces deux télescopes peuvent déterminer avec précision l'emplacement des étoiles et décomposer leur lumière en spectres. Chacun est constitué de trois miroirs incurvés et rectangulaires : un combinateur de faisceaux et deux miroirs rectangulaires plats. Dans chaque télescope, la surface du plus grand miroir est de 1,45 mètre sur 0,5 mètre.

Les deux télescopes focalisent leur lumière vers le plan focal, qui comporte trois zones différentes liées aux instruments pour la science :

- le Sky Mapper et l'instrument astrométrique, qui détectent et positionnent avec exactitude les objets célestes;
- les **photomètres bleu et rouge** (BP/RP), servent à déterminer les propriétés physiques des étoiles telles que la température, la masse, l'âge, la composition chimique élémentaire;
- le spectromètre de vitesse-radiale, ou RVS, est utilisé pour déterminer la vitesse des objets célestes le long de la ligne de visée et la composition chimique détaillée.

Chaque instrument utilise un ensemble de CCD (Charged Coupled Device) comme détecteurs. Toutes ces informations seront combinées au sol pour former une image tridimensionnelle, significative de la façon dont chaque objet céleste se déplace à travers l'espace.

En rotation continue sur lui-même et autour du Soleil au cours de l'année, le satellite Gaia scrutera quasi uniformément la voûte céleste. Ceci permet un échantillonnage régulier sur cinq ans avec environ 75 observations par objet. Ces multiples mesures offriront une vision dynamique des objets observés.

Enfin, à la différence d'Hipparcos, dont les observations étaient ciblées à partir d'un catalogue d'objets connus, Gaia est équipé d'un système de détection interne et autonome. L'arpenteur de la Galaxie effectuera un véritable « scan » de la voûte céleste et observera tous les objets dans son champ de vue avec, à la clé, la possibilité d'en découvrir de nouveaux...

Un long voyage



Lancé par une fusée Soyouz-Fregat depuis Kourou, en Guyane, Gaia traquera les étoiles à partir d'une orbite autour du Soleil, à une distance de 1,5 million de kilomètres au-delà de l'orbite terrestre. Cet emplacement spécial, connu sous le nom de point de Lagrange L2, suit la Terre pendant que nous orbitons autour du Soleil. Le point L2 offre un environnement thermique stable, une claire vision de l'Univers dans la mesure où le Soleil, la Terre et la Lune sont toujours en dehors du champ visuel des instruments, et un environnement radiatif modéré.







L'équipe projet Gaia au CNES à Toulouse, lors d'une répétition générale avant le lancement.

A travers Gaia, le CNES réaffirme son rôle moteur entre sciences et systèmes spatiaux. Il s'est engagé, auprès de la communauté scientifique et de l'ESA, pour prendre en charge une partie des traitements scientifiques.

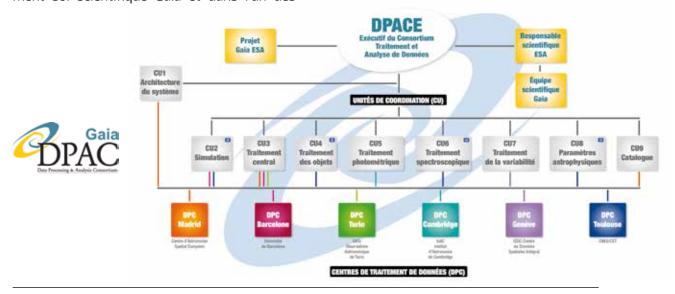
Le CNES au cœur du traitement des données

Le DPAC : un « pack » pour l'astrométrie

Les laboratoires, observatoires, universités et agences européennes impliqués dans le traitement des données produites par Gaia sont regroupés au sein d'un consortium, le *Gaia Data Processing and Analysis Consortium (DPAC)*, qui rassemble 25 pays européens. Les plus gros contributeurs prennent en charge six centres de traitement des données, les *Data Processing Centres (DPC)*, installés à Madrid, Barcelone, Turin, Cambridge, Genève et au CNES à Toulouse.

A la demande de la communauté scientifique, le CNES s'est fortement engagé dans le DPAC, à la fois dans l'architecture système du segment sol scientifique Gaia et dans l'un des principaux centres de traitement des données (DPC). Hébergé et exploité au Centre spatial de Toulouse, ce centre accueillera les traitements spectroscopiques et astrophysiques, ainsi que la classification des objets. En plus du développement de ce centre, le CNES a assuré l'ingénierie, l'intégration et la qualification des sous-systèmes logiciels développés par les scientifiques.

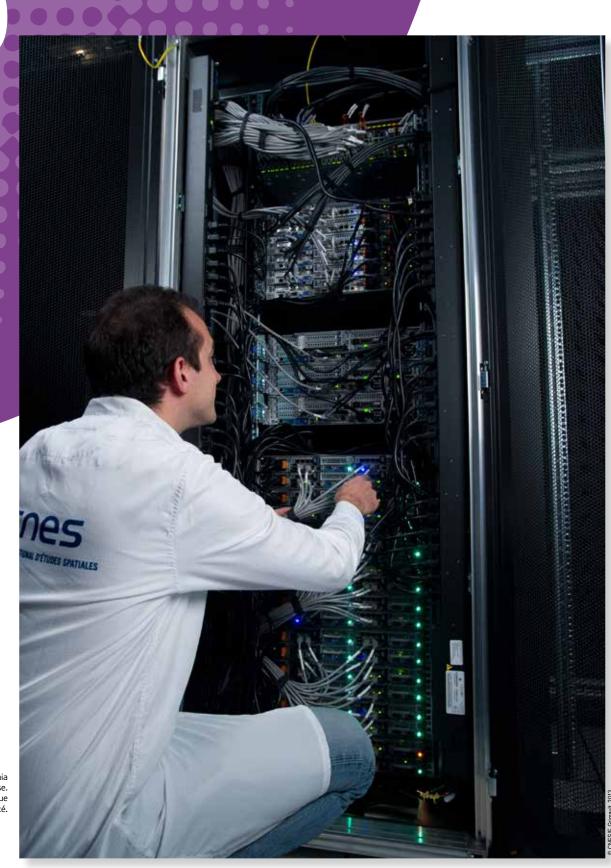
Le DPC devra retraiter par cycle d'environ six mois l'ensemble des données déjà acquises, et enrichira progressivement le catalogue Gaia archivé à l'ESA. Ce mode de traitement a conduit à la mise en place d'une architecture dédiée, fortement évolutive et dont la pleine puissance sera acquise en fin de mission.



Des méthodes de travail collaboratives

Le consortium pour le traitement scientifique des données Gaia rassemble plusieurs dizaines de laboratoires et environ 450 personnes. Faire travailler autant d'entités réparties dans toute l'Europe sur un même projet, dépasser les frontières techniques, culturelles et institutionnelles, nécessite une organisation exceptionnelle. Au travers de ce consortium, un ensemble de méthodes et de standards communs ont été élaborés : choix du langage Java, utilisation de documents standardisés, mise en place d'outils de gestion de configuration à accès réparti, etc. Ces standards s'appuient sur des outils informatiques d'ingénierie collaborative issus du monde des logiciels libres et largement utilisés par l'ESA: Wiki, gestion documentaire Livelink, gestion de faits techniques avec Mantis, gestion de configuration avec Subversion.

Tout ceci est déjà en place, fonctionne bien et a été accepté par les scientifiques du programme. L'effort nécessaire pour appréhender ces nouveaux outils et méthodes de travail est justifié par l'ampleur du projet et par l'intérêt des résultats attendus.



Le centre de données Gaia au CNES à Toulouse. Ici une baie informatique haute densité.

Gaia rime avec big data

Les industriels partenaires

De nombreuses sociétés de service en ingénierie informatique ont participé au développement du centre de traitement des données installé au CNES à Toulouse. **Principal contributeur, Thales Services** a fourni la structure d'accueil SAGA (System for Accomodation of Gaia Algorithms), intégré les chaînes scientifiques dans cette structure, développé le gestionnaire de données basé sur Hadoop. Cette société a également défini l'architecture matérielle du centre de traitement, approvisionné le matériel et développé le portail d'accès aux données scientifiques : GaiaWeb. Elle a aussi assuré le support aux essais systèmes.

Atos, CapGemini, CS-SI ont également apporté leur support à l'intégration des différentes chaînes de traitement des données.

Enfin, la société AKKA Technologies est chargée de l'intégration des codes CU 2 (simulations) et de la maintenance des simulateurs GOG (Gaia Object Generator) et Gibis (Gaia Instrument and Basic Simulator) au centre de calcul informatique du CNES.

En nombre d'opérations, Gaia va constituer le plus gros traitement de données de l'histoire de l'astronomie, avec la prise en compte de nombreux paramètres: positions, distances, mouvements, magnitudes, ceci pour plus d'un milliard d'objets.

Au Centre spatial de Toulouse, pour le centre de traitement DPC, la puissance de calcul nécessaire est estimée à 6 teraflops (6 000 milliards d'opérations par seconde). Le volume de données à traiter sera de l'ordre du pétaoctet soit 1 million de milliards d'octets, soit la capacité de 250 000 DVD, ou l'équivalent de 2 000 ans de musique en écoute continue...

Ce volume inhabituel de données et, surtout, le nombre gigantesque d'objets à gérer ont conduit le CNES à effectuer un véritable saut technologique et à choisir les produits Hadoop et Cassandra. Ces produits s'appuient sur les technologies qui s'imposent aujourd'hui dans les systèmes de gestion de données liés au monde du *big data* et qui sont largement utilisées par les grands acteurs du Web tels que Facebook, Google, Amazon ou eBay.



Une rangée de baies en cours d'intégration. On distingue les portes froides ouvertes dans lesquelles circule l'eau de refroidissement.



Le Centre National d'Etudes Spatiales

Créé en 1961, le CNES (Centre National d'Etudes Spatiales) est l'établissement public chargé de proposer au gouvernement la politique spatiale française et de la mettre en œuvre au sein de l'Europe. Il conçoit et met en orbite des satellites et invente les systèmes spatiaux de demain ; il favorise l'émergence de nouveaux services, utiles au quotidien. Le CNES est à l'origine de grands projets spatiaux, lanceurs et satellites, qu'il fait réaliser par l'industrie. Il s'entoure également de partenaires scientifiques et est engagé dans de nombreuses coopérations internationales. La France, représentée par le CNES, est le principal contributeur de l'Agence spatiale européenne (ESA), chargée par ses 20 Etats membres de conduire la politique spatiale de l'Europe.

Quatre centres d'excellence

Le CNES compte près de 2 500 collaborateurs, femmes et hommes passionnés par cet espace qui ouvre des champs d'application infinis, innovants, utiles à tous.

Implanté en Midi-Pyrénées depuis 1968, le **Centre spatial de Toulouse (CST)** est le plus grand centre technique et opérationnel du CNES. Ses ingénieurs étudient, conçoivent, développent, réalisent, mettent à poste, contrôlent et exploitent les systèmes orbitaux, satellites et instruments.

A Paris Daumesnil, la Direction des lanceurs (DLA) préside depuis plus de 40 ans aux destinées de la famille Ariane. Ses spécialistes sont plus que jamais engagés dans l'avenir du lanceur européen au sein d'une équipe intégrée avec l'Agence spatiale européenne.

En Guyane, les équipes du Centre spatial guyanais (CSG), coordonnent les activités de lancement de la gamme des lanceurs européens. Idéalement situé à proximité de l'équateur, le port spatial de l'Europe est un atout majeur du programme spatial européen.

Enfin, à Paris Les Halles, les collaborateurs du siège sont chargés d'élaborer la politique spatiale de la France et de l'Europe et de conduire les programmes du CNES.



Cinq domaines d'intervention

Les activités du CNES se répartissent en cinq domaines d'intervention, qui recouvrent l'ensemble des compétences nécessaires à la définition et la mise en œuvre de notre politique spatiale:

- Ariane : l'autonomie d'accès à l'espace est un enjeu de souveraineté garanti par la gamme des lanceurs européens.
- Les sciences : l'exploration de l'espace recherche les réponses aux questions fondamentales de l'humanité sur l'origine du système solaire, des galaxies, de la vie...
- L'observation: la planète Terre vit sous le regard constant des satellites qui l'observent, étudient son atmosphère et fournissent des données indispensables pour la météorologie, l'océanographie, l'altimétrie, etc.
- Les télécommunications: les satellites jouent un rôle irremplaçable pour les télécommunications à haut débit, la localisation, la collecte de données environnementales, la recherche et le sauvetage.
- La défense : l'observation optique à très haute résolution, l'écoute, les télécommunications hautement sécurisées, la surveillance de l'espace, contribuent à la paix et à la sécurité des citoyens.

Le CNES et l'emploi

En inventant les systèmes spatiaux de demain, le CNES est un acteur majeur de l'innovation technologique, du développement économique et de la politique industrielle de la France.

80% de son budget revient vers les entreprises françaises et 40% de l'industrie spatiale européenne est localisée en France. En France métropolitaine, 16 000 emplois sont générés par l'activité spatiale et en Guyane, l'espace représente 9 000 emplois directs et indirects, soit 15% de l'emploi local. Au total, avec 20 € de retombées économiques pour 1 € investi, l'innovation spatiale représente un effet de levier considérable pour l'industrie, l'économie, la recherche, la société et les politiques publiques.





https://plus.google.com/108355510043392743703/posts



Le CNES

Siège

2 place Maurice Quentin 75039 Paris Cedex 01

Direction des lanceurs

52 rue Jacques Hillairet 75612 Paris Cedex

Centre spatial de Toulouse

18 avenue Edouard Belin 31401 Toulouse Cedex 9

Centre spatial guyanais

BP 726 – 97387 Kourou Cedex Guyane

Information grand public:

http://www.cnes.fr, rubrique Contact

Information presse:

http://www.cnes.fr/presse cnes-presse@cnes.fr

 ${\sf Gaia\ sur\ le\ site\ des\ missions\ scientifiques\ du\ CNES:}$

http://smsc.cnes.fr/GAIA/Fr/

Gaia sur le site de l'ESA :

http://sci.esa.int/gaia/

