

Gaia, une mission spatiale aux accents belges

Ce 19 décembre au matin, l'Agence Spatiale Européenne (ESA) lancera, depuis Kourou, le satellite Gaia destiné à cartographier en 6 dimensions (positions et vitesses) une partie significative de la Galaxie.

En août 1989, l'ESA ouvrit la porte à une révolution de l'astrophysique stellaire en lançant le satellite Hipparcos. Il observa un peu plus de cent milles étoiles durant trois ans. Au terme de cette mission, la communauté astronomique mondiale put profiter de positions, distances et mouvements tangents à des précisions jamais atteintes pour un si grand nombre d'objets en une fois. La moisson de résultats scientifiques qui en découlèrent fut d'autant plus imposante que des observations au sol (éclats, vitesses radiales, ...) complémentèrent les mesures prises depuis l'espace.

Bien que principalement consacrée à la mesure des positions d'un milliard d'étoiles, la mission Gaia vise à fournir une caractérisation détaillée de celles-ci (position, distance, mouvement, éclat, variabilité, multiplicité, ...). Des galaxies seront également observées et classifiées selon leur couleur et leur morphologie. Ce sera en particulier vrai pour quelques 500000 quasars dont les coordonnées permettront de définir le système de référence de Gaia. Enfin, la trajectoire de petits corps du système solaire (déjà connus ou juste découverts) sera aussi déterminée, permettant ainsi de détecter à temps des objets potentiellement dangereux pour la Terre (astéroïdes dont l'orbite les rend périodiquement proches de notre planète).

Contrairement à d'autres satellites, Gaia ne fournira aucune image. Par contre, les positions stellaires qu'il va mesurer auront une précision jamais atteinte, de l'ordre du diamètre angulaire d'une pièce de deux euros placée sur la lune et observée depuis la Terre. Il va également mesurer l'éclat apparent de tous ces objets, avec une précision correspondant à la disparition d'une ampoule sur un tapis de mille ampoules identiques allumées, rendant dès lors possible l'étude de toutes les variations d'éclat que des étoiles peuvent connaître durant leur vie. Enfin, pour les étoiles les plus brillantes (mais malgré tout bien plus faibles que celles observées de façon routinière depuis le sol), Gaia va aussi obtenir un spectre, permettant la caractérisation physique de l'objet, mais surtout la mesure de sa vitesse.

Non seulement Gaia va observer les positions d'un milliard d'étoiles avec les précisions susmentionnées, mais il va aussi répéter de telles mesures entre 60 et 150 fois durant cinq ans. Cette répétition donne ainsi accès à la troisième dimension: plutôt qu'une simple carte du ciel comme les anciens en réalisaient déjà, Gaia fournira également la distance des étoiles, permettant de convertir certaines quantités observées (p.ex. l'éclat apparent d'une étoile) en caractéristiques physiques (p.ex. sa luminosité intrinsèque) ouvrant par là-même la porte à une exploitation astrophysique de la moisson de la mission.

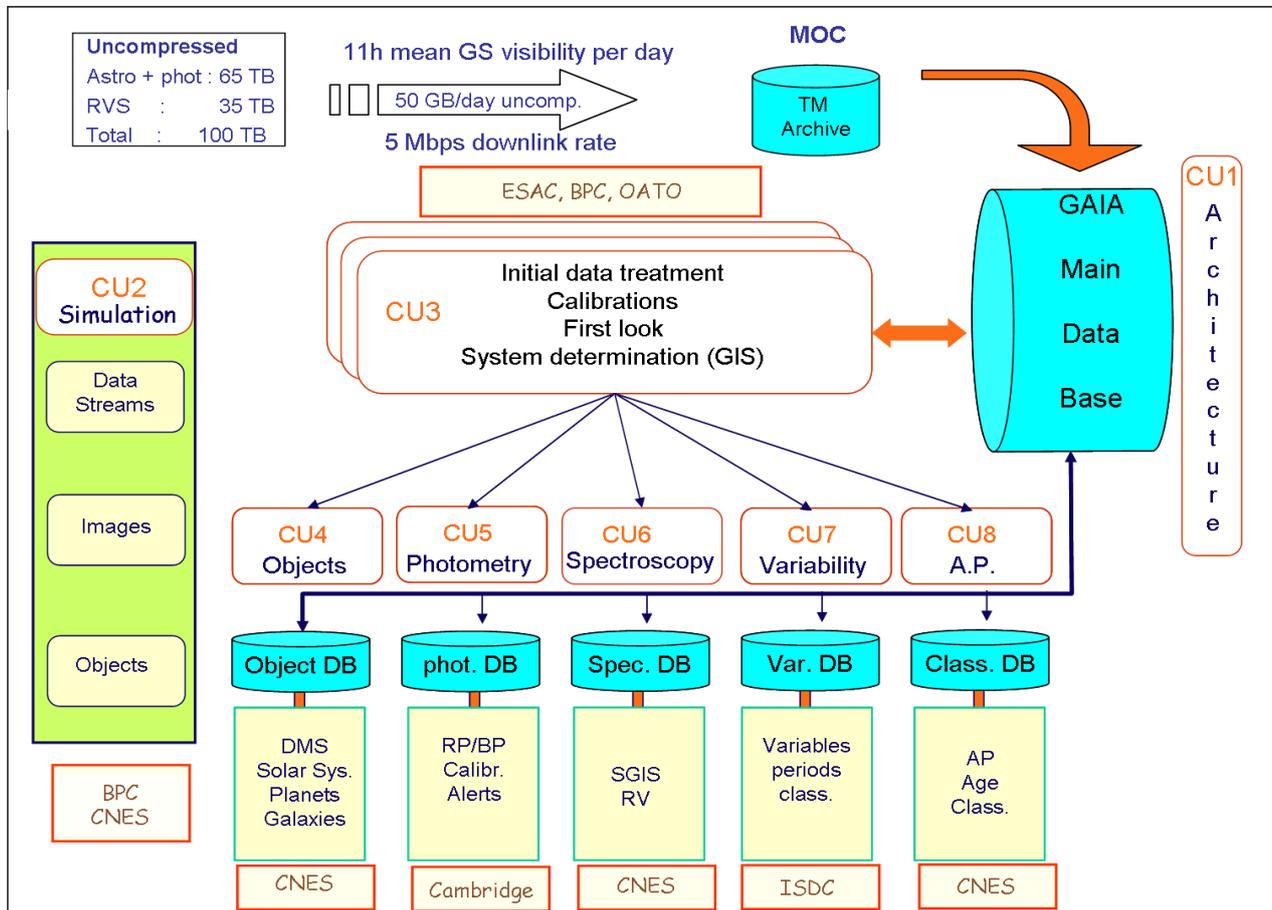
Si l'étoile considérée fait partie d'un système multiple (double, triple, planètes, ...), la modélisation de ses observations successives permet parfois aussi de détecter des signes de la présence du/des compagnon(s). Dans les cas les plus favorables, les trajectoires de ces corps entre eux, voire des masses de ceux-ci, mine d'or pour les astrophysiciens, sont déterminées.

- La principale contribution belge à la mission se focalise sur cette modélisation visant à dénicher d'éventuels compagnons, qu'ils soient stellaires ou planétaires. Pour ce faire, des codes informatiques sont développés à l'ULB depuis 1998 (pour le prédécesseur de Gaia) et d'autres à l'ULg depuis 2007.
- En plus des étoiles doubles et multiples, des équipes scientifiques belges ont développé des codes qui vont garantir la détection et le traitement de toutes les étoiles qui ont un éclat

variable (KUL et ORB), des objets du système solaire (ORB), et des objets quasi-stellaires (quasars) (ULg).

- Des équipes à l'ORB, à l'ULg et à l'UA contribuent aussi à la classification et à la détermination des paramètres d'objets stellaires observés par Gaia.

A des degrés divers, toutes ces équipes sont responsables de modules bien identifiés dans la chaîne des traitements de Gaia.



Plutôt qu'un aboutissement, ce lancement représente une nouvelle étape, celle de la mise en exploitation des codes pour un traitement de données réelles, plus simplement celles d'un univers virtuel. C'est donc l'ultime étape avant celle des avancées scientifiques résultant de l'analyse des données de la mission. Pour celle-là, 5 à 6 ans seront encore nécessaires.

Pour certains scientifiques belges, l'aventure Gaia a commencé dès 1999 alors que ce satellite n'était encore qu'au stade d'étude de conception. La première réunion Gaia en Belgique s'est tenue à l'Observatoire Royal (ORB) en novembre 1999, avec le but de fédérer un maximum de scientifiques européens autour de cette idée d'un nouveau satellite astrométrique, successeur de la mission Hipparcos. Cette première réunion fut, elle aussi, un grand succès, conduisant BELSPO (la Politique scientifique fédérale) à contribuer au financement de cette mission. Avant même l'acceptation de Gaia par l'ESA en 2000, BELSPO avait reconnu l'intérêt de ce projet pour bon nombre de scientifiques dans notre pays. Cet engagement, resté constant durant toutes ces années, permet ainsi à la Belgique d'afficher un taux de contributeurs à Gaia bien supérieur à la contribution normale de la Belgique à l'Agence Spatiale Européenne. Sans même les revendiquer, il a semblé naturel à la communauté internationale Gaia que des équipes belges de l'ULB, l'ULg, la KUL et l'ORB soient responsables de pans plus ou moins fondamentaux des traitements des observations (sans limitations aux objets à observer). Un bon exemple est le fait qu'un chercheur du FNRS en

poste à l'ULB occupe la tête d'une des neuf unités de coordination (CU4) qui constituent DPAC (*Data Processing and Archiving Consortium*), le consortium de scientifiques qui ont la responsabilité du traitement de toutes les observations de Gaia. Dans ce consortium, la Belgique occupe le septième rang (sur 18) en termes de personnes qui consacrent tout ou partie de leur temps aux aspects scientifiques de cette mission.

Alors que Gaia n'évoquera bientôt plus que des avancées astrophysiques, il n'en restera pas moins une percée technologique européenne à laquelle des entreprises belges sont également associées:

- Amos a fourni les miroirs qui permettent à Gaia d'observer en même temps dans deux directions quasi-perpendiculaires;
- Thalès Alenia Space Belgium a fourni quatre distributeurs de puissance électrique à bord;
- Spacebel a produit l'unité de traitement vidéo située juste derrière les détecteurs (CCD) et chargée de filtrer les données qui méritent d'être envoyées au sol;
- le Centre spatial de Liège (CSL) a, pour sa part, testé une partie du satellite en conditions spatiales.

Au total, une vingtaine d'intervenants privés ont contribué à ce satellite.

A une époque où l'emploi se raréfie, comment se concrétise, en Belgique, cette implication dans Gaia? Si la prépondérance des docteurs en Sciences ne fait aucun doute pour les équipes institutionnelles (universités et Observatoire Royal), on y trouve aussi quelques informaticiens essentiels aux développements dans ces équipes. Bien que développant des instruments scientifiques pointus, le spectre des formations des équipes industrielles est, lui, beaucoup plus large. A côté de quelques docteurs en Sciences ou Sciences Appliquées, on trouve ainsi des gradués et des universitaires sans thèse, tous avec une longue expérience. De l'ordre de 45% des emplois industriels consacrés à Gaia sont non-universitaires (contre 0% pour les emplois dans le secteur académique et à l'Observatoire Royal). Au total, de l'ordre de 45 personnes en Belgique consacrent tout ou partie de leur temps à Gaia, 60% d'entre elles sont dans les universités et l'Observatoire Royal. Hors entreprises, une majorité des emplois concernés sont occupés par des scientifiques nommés. Les autres sont majoritairement financés par PRODEX (*PROgramme de Développement d'EXpériences scientifiques*), un programme de l'ESA auquel BELSPO contribue pour soutenir les développements et la recherche spatiale en Belgique.

Le coût total de la mission Gaia pour l'ESA est de 740 millions d'euros, couvrant le développement, les tests, le lancement et 6,5 ans d'opérations. La contribution belge à ce montant est de l'ordre de 20 millions d'euros. Le développement et les tests des logiciels de traitement des données (mentionnés ci-dessus) ont représenté un coût supplémentaire considérable aux pays participants. Entre 2007 et 2013, BELSPO (à travers le programme PRODEX) a investi environ 5 millions d'euros afin de permettre la participation de l'ULB, la KUL, l'ULg et l'ORB à cet effort, et les activités de préparation entre 2000 et 2007 ont coûté environ un autre demi million d'euros. Le F.R.S.-FNRS y a également contribué à hauteur de 1,5 millions d'euros depuis 2000. Entretemps, BELSPO (de nouveau à travers le programme PRODEX) vient d'approuver un nouveau financement pour les années 2014 et 2015 à hauteur de 1,6 millions d'euros pour ces équipes afin d'optimiser et tester les codes de traitement des données en utilisant les premières données que Gaia va transmettre après son lancement. Un financement de la recherche scientifique proprement dite par après est aussi déjà planifié.

Liens :

- <http://www.cosmos.esa.int/web/gaia>
- http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Gaia

Contacts:

- BELSPO
 - Nom** Werner Verschueren
 - Adresse** Politique scientifique fédérale (BELSPO)
Direction Applications aérospatiales
Avenue Louise 231
1050 Bruxelles
Tel.: +32-2-23.83.589
e-mail: werner.verschueren@belspo.be
Fax.: +32-2-230.59.12

- ULB
 - Nom** Dimitri Pourbaix (FNRS)
 - Adresse** Institut d'Astronomie et d'Astrophysique
Université Libre de Bruxelles CP 226
Boulevard du Triomphe
1050 Bruxelles
Tel.: +32-2-650.35.71
e-mail: pourbaix@astro.ulb.ac.be
Fax.: +32-2-650.42.26

- KUL
 - Nom** Joris de Ridder (BELSPO - ESA)
 - Adresse** Instituut voor Sterrenkunde
Katholieke Universiteit Leuven
Celestijnenlaan 200D
3001 Leuven
Tel.: +32-16-32.70.90
e-mail: joris@ster.kuleuven.ac.be
Fax: +32-16-32.79.99

- ORB
 - Nom** Jan Cuypers
 - Adresse** Département d'astrophysique
Observatoire Royal de Belgique
Avenue circulaire 3
1180 Bruxelles
Tel.: +32-2-373.02.34
e-mail: Jan.Cuypers@oma.be
Fax: +32-2-374.98.22

- ULg
 - Nom** Eric Gosset (FNRS)
 - Adresse** Département d'Astrophysique, Géophysique et Océanographie
Université de Liège
Avenue du 6 août 17
4000 Liège (Sart-Tilman)
Tel.: +32-4-366.97.54
e-mail: gosset@astro.ulg.ac.be
Fax: +32-4-366.97.46

- UA
Nom Marc David
Adresse Departement Wiskunde-Informatica
Universiteit Antwerpen
Campus Middelheim MG 211
2020 Antwerpen
Tel.: +32-3-265.33.55
e-mail: marc.david@uantwerpen.be
Fax: +32-3-265.37.77

