

LE TEMPS

Espace Mardi 17 décembre 2013

Un milliard d'étoiles dans les yeux de Gaia

Par **Stéphany Gardier Kourou**

Le satellite de l'ESA cartographiera la Voie lactée en 3D. Son but: mieux comprendre l'origine et l'évolution des galaxies et découvrir de nouveaux astres

Dans toute l'Europe ce jeudi matin, des centaines de scientifiques vont retenir leur souffle. A 10h12 (heure suisse) Gaia, le satellite sur lequel certains travaillent depuis quinze ans, doit être lancé depuis Kourou en Guyane française. [Ce projet de l'Agence spatiale européenne \(ESA\)](#) implique 25 pays dont la Suisse. Grâce à deux télescopes, Gaia observera durant cinq années le ciel en continu. Objectif: constituer à terme un des plus gros catalogues astronomiques. Bien plus qu'un simple recensement, il s'agit d'établir pour la première fois une carte en trois dimensions (3D) présentant plus d'un milliard d'objets célestes de la Voie lactée, soit un pourcent de son total.

Vouloir compter les étoiles qui illuminent notre ciel ne date pas d'hier. Deux siècles avant Jésus-Christ, [Hipparque](#) était déjà parvenu à recenser et établir les coordonnées de 850 étoiles. Mais mesurer leur éloignement était autrement plus compliqué. Et au début du XXe siècle, seul celui d'une cinquantaine étaient connu. C'est [le télescope spatial européen Hipparcos](#) lancé en 1989, qui a permis de faire un grand bond en avant dans ce domaine. Durant quatre ans, l'estimation de la distance de plus de 118 000 étoiles a pu être réalisée.

Les efforts déployés pour ce projet ont permis aux centres de recherche et développement européens, tant académiques qu'industriels, de développer de solides compétences en astrométrie. «Peu de temps après le lancement d'Hipparcos, les scientifiques ont commencé à penser à une nouvelle mission, se souvient Frédéric Arenou, ingénieur de recherche CNRS à l'[Observatoire de Paris](#) et responsable de la validation du catalogue Gaia. Nous ne voulions pas perdre le leadership européen dans le domaine.»

C'est ainsi que Gaia (acronymes pour Global Astrometric Interferometer for Astrophysics) a vu le jour, avec des ambitions bien supérieures: 10 000 fois plus d'objets recensés et avec une précision 100 fois supérieure. «La grande nouveauté de Gaia sera d'apporter des informations sur la position des étoiles, mais aussi sur leur distance, leur vitesse, leur brillance et pour certaines leur composition chimique, dit François Mignard, chercheur CNRS à l'[Observatoire de la Côte d'Azur](#). La cartographie en 3D qui va être réalisée va être une référence pour moult astronomes dans divers domaines durant des dizaines d'années; nous pouvons parler d'un Graal!»

Une mission d'envergure qui aura nécessité vingt ans entre les premières ébauches et le lancement. «La mise en orbite du satellite apparaît souvent au grand public comme le début de la mission, souligne François Mignard. Mais il y a des années de travail en amont et en aval»; si tout ce passe bien ce jeudi, les scientifiques en prévoient désormais sept pour traiter les données que Gaia enverra

quotidiennement.

Le satellite, qui se positionnera en orbite au point de [Lagrange L2, soit 1.5 millions de kilomètres derrière la Terre dans le prolongement du Soleil](#), effectuera un balayage du ciel tous les six mois. La lumière des étoiles captée par ses deux télescopes sera réfléchiée par des miroirs jusqu'à un récepteur composé de plus de 106 capteurs CCD, semblables à ceux des appareils numériques, mais d'une taille cumulée atteignant le mètre carré, pour un total d'un milliard de pixels.

Au cours des cinq années de la mission, les étoiles seront donc scannées plusieurs dizaines de fois. Cela permettra de recueillir de nombreuses données astrométriques, photométriques et spectrométriques. Chaque jour Gaia communiquera durant huit heures avec la Terre. Trois antennes, installées en Espagne en Australie, et en Argentine réceptionneront les informations. Leur quantité totale après traitement dépassera le petaoctet (million de gigaoctet), soit environ deux millions de DVD, ou 2000 ans d'écoute de musique en continu!

Pour faire face à ce déluge de données, un consortium comprenant 450 chercheurs et ingénieurs et six centres de calcul a été créé. Le Centre national d'études spatiales français (CNES), qui traitera 40% des mesures, a expliqué s'être inspiré des technologies développées par Facebook pour mettre au point les outils adaptés. «Un milliard, c'est aujourd'hui le nombre d'abonnés qu'a ce réseau social, relève Benoît Frezouls, du CNES. Ses serveurs sont capables de gérer le profil de chaque membre, sa liste d'amis, ses interactions. De manière similaire, nous devons gérer des paquets de données pour un milliard d'étoiles.»

L'[Observatoire de Genève](#) est, lui, en charge du traitement des mesures relatives aux étoiles dont la luminosité varie au cours du temps, dites «variables». «L'étude de la variabilité stellaire est une vieille tradition à l'Observatoire, explique Laurent Eyer, maître d'enseignement et de recherche à l'Université de Genève, qui avait prit part à la mission Hipparcos. Les compétences développées à Genève nous ont permis d'être sélectionnés par l'ESA pour coordonner 70 chercheurs répartis dans 18 instituts européens.»

L'[expertise suisse est aussi présente dans Gaia](#) à travers quatre sociétés parties prenantes dans la construction du satellite ([APCO Technologies](#), [RUAG Space](#), [SpectraTime](#) et [Syderal](#)), des horloges atomiques embarquées à l'isolation thermique. La précision des instruments de mesures de Gaia nécessite que les variations de températures à l'intérieur soient infimes, de l'ordre du millionième de degré. RUAG Space a développé l'enveloppe du satellite, constituée de plusieurs couches de film plastique métallisé, ainsi que son bouclier solaire.

Cette structure, cruciale pour le fonctionnement de Gaia, formera une corolle de 10 mètres autour du module de charge utile. Elle assurera deux fonctions: protéger les télescopes du rayonnement solaire, et alimenter le satellite en énergie, grâce à des panneaux solaires installés sur sa face inférieure. Le déploiement de ce bouclier lancé sera une étape cruciale. «Il n'y a que deux options, soit tout se passe bien soit c'est la fin de la mission, dit François Mignard. Si la corolle ne se déploie pas, le satellite est privé d'énergie.»

Localiser, et caractériser de nouvelles étoiles, comprendre leur fonctionnement, leur dynamique, observer des corps célestes rares, avancer dans la connaissance de notre galaxie, détecter des supernovae ou des quasars: le cahier des charges de Gaia est dense. Il apportera aussi une somme importante de connaissances sur les orbites des astéroïdes. «Dans ce domaine, cinq années d'observations avec Gaia sont équivalentes à un siècle d'observations au sol», note Frédéric Arenou.

Mais il serait faux de penser que les télescopes spatiaux rendent obsolètes les outils terrestres. «Plus il y a d'observations faites dans l'espace, plus il y a ensuite du travail à faire sur Terre», relève [Michel Mayor, pionnier des exoplanètes à l'Observatoire de Genève](#). Aujourd'hui [un millier de ces astres ont été répertoriés](#). Gaia devrait permettre d'en trouver quelques milliers supplémentaires, même si la chasse aux exoplanètes n'est pas un de ses objectifs principaux. «Une telle mission peut paraître moins spectaculaire pour le grand public qu'une sonde qu'on se posant sur un astéroïde pour y prendre des photos. Et pourtant ces mesures sont cruciales pour de nombreux domaines de recherches», insiste Michel Mayor.

Si tout se passe comme prévu, Gaia arrivera à destination vers la mi-janvier, après avoir parcouru quatre fois la distance Terre-Lune. Plusieurs procédures de validation et de tests auront lieu avant que le satellite ne commence à scruter la Voie Lactée, au début du printemps.

LE TEMPS © 2013 Le Temps SA