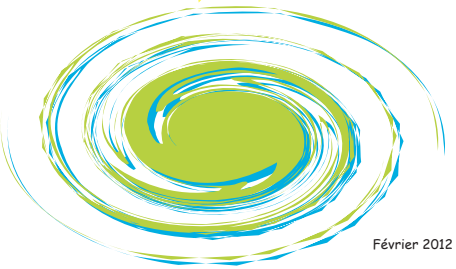
Les Petits Livres de Gaia

LA GALAXIE DANS LAQUELLE NOUS VIVONS



Février 2012

La Terre tourne autour du Soleil, de même que sept autres planètes et de nombreux satellites, astéroïdes et comètes. C'est le Système Solaire. Notre Système Solaire et des milliards d'autres étoiles, des planètes, du gaz, des poussières, et des composants invisibles (la matière noire), forment une structure beaucoup plus grande, la Galaxie de la Voie Lactée. En dehors de la nôtre, il y a un nombre énorme de Galaxies. Elles constituent les structures de base de l'Univers.

Par une nuit obscure et dégagée, on voit, à l'œil nu, une bande diffuse de lumière blanche à travers le ciel. Ce n'est autre que la projection du disque de notre Voie Lactée vue de la Terre. A cause de notre position dans la Galaxie, il est extrêmement difficile d'en obtenir directement une image globale, mais l'observation d'autres galaxies nous a donné de nombreux indices sur sa structure à grande échelle, dont de nombreux éléments nous restent cachés. Des techniques d'observation et des calculs sophistiqués nous ont permis de construire des cartes assez fiables de notre Voie Lactée.

Nous pensons que notre Galaxie est composée de quatre parties essentielles : le disque, le noyau central, un halo sphérique et un halo extrême.

★ Le disque est un ensemble plat et peu épais d'étoiles de types et d'âges différents, de gaz (principalement de l'hydrogène) et de poussières, qui orbite autour du centre galactique. Le disque a une structure en spirale, et notre Système Solaire se situe dans un des bras spiraux.

★ Le noyau galactique, dans la partie centrale du disque, a une forme ellipsoïdale et contient surtout des étoiles âgées. On pense qu'un trou noir massif occupe son centre.

★ Le disque et le noyau sont entourés par un halo sphérique composé d'étoiles vieilles, d'environ 140 amas globulaires (grands groupes d'étoiles âgées de même origine) et de quelques petites galaxies naines.

★ Cet ensemble baigne probablement dans un halo massif de matière invisible (appelée "matière noire"), de composition inconnue et de distribution spatiale mal connue.

PASSÉ, PRÉSENT ET FUTUR DE NOTRE GALAXIE

Il reste à résoudre de nombreuses énigmes sur notre Voie Lactée.

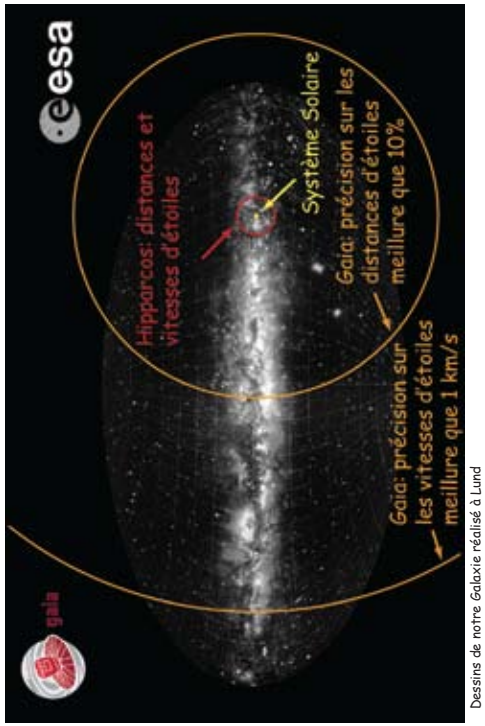
En voici quelques exemples :
Le noyau central s'est-il formé avant ou après le disque? Combien de bras spiraux contient la Galaxie, à quoi ressemblent-ils et quelle est leur origine ? Quand se sont formées les étoiles de notre Galaxie ? La Voie Lactée s'est-elle formée par effondrement d'un nuage de matière, ou bien en absorbant de plus petits composants ?

Gaia, un satellite que l'Agence Spatiale Européenne envisage de lancer d'ici 2013, saura finalement répondre à ces questions.

Jusqu'à présent, nous connaissons précisément les positions et les mouvements des étoiles situées dans une petite région autour du Soleil (voir figure). Ces données ont été obtenues par le satellite Hipparcos, lancé par l'ASE en 1989. Mais, sans aucun doute, des conclusions sur les grandes structures et la dynamique de l'ensemble de notre Voie Lactée nécessitent une étude beaucoup plus approfondie et plus complète.

Gaia va mesurer précisément les positions, distances, vitesses et compositions chimiques d'une fraction significative de la population stellaire de la Galaxie. Il construira ainsi une carte tridimensionnelle et dynamique de la Voie Lactée, qui contiendra également des informations sur la nature physique des étoiles qui la composent.

Grâce à ces informations Gaia sera capable de résoudre l'un des plus grands défis intellectuels de la science moderne : comprendre comment s'est formée notre Galaxie, comment elle a évolué, et prédire son comportement futur.



Dessins de notre Galaxie réalisé à Lund

Bien que la compréhension des origines, de la structure et de l'évolution de la Galaxie soit l'objectif principal de Gaia, les autres implications scientifiques de ce projet sont immenses et devraient fondamentalement bouleverser plusieurs domaines de l'Astrophysique (branche de l'Astronomie qui étudie la nature physique des corps célestes). Quelques exemples sont décrits ci-dessous.

ASTROPHYSIQUE STELLAIRE

Des informations essentielles sur une étoile peuvent être obtenues à partir de sa distance et de sa luminosité apparente. Les mesures obtenues par Gaia pour tous les types d'étoiles de notre Galaxie permettront de déterminer leur luminosité absolue, leur température, la quantité de métaux que renferme leur atmosphère, leur vitesse de rotation sur elles-mêmes et, à partir de modèles théoriques, leur masse et leur âge.

Ces quantités seront utilisées pour tester et affiner les théories qui expliquent l'évolution des étoiles et leur physique interne, de leur naissance à leur mort. Gaia observera des étoiles de toute la Galaxie, y compris des étoiles extrêmement rares que l'on n'observe pas au voisinage de notre Soleil.

Gaia

PLANÉTES EXTRASOLAIRES

Ces dernières années, plus de 750 planètes ont été découvertes en dehors du Système Solaire. Gaia va permettre la détection de 15 000 planètes de la masse de Jupiter autour d'autres étoiles que le Soleil. Ceci correspond à 5 nouvelles planètes par jour, pour chaque jour de la mission de 5 ans ! Ce que Gaia observera, ce sont les perturbations périodiques du mouvement de l'étoile dues à la révolution de la planète autour de l'étoile. Une telle quantité de détections va entraîner une révolution de notre interprétation théorique de la formation planétaire, et en particulier apporter la lumière sur l'une des plus profondes interrogations de l'humanité : comment notre Système Solaire s'est-il formé ?

OBJETS DU SYSTÉME SOLAIRE

En parcourant le ciel, Gaia observera tous les corps célestes qui traverseront ses champs de vision. Dans notre Système Solaire, cela devrait apporter une moisson de résultats spectaculaires. Entre les orbites de Mars et de Jupiter se trouve la ceinture d'astéroïdes (petites planètes). Environ 460 000 astéroïdes ont été détectés à présent, Gaia pourrait en observer jusqu'à 250 000. La détection et la classification des astéroïdes sont d'un grand intérêt pour les études sur la formation et l'évolution de notre Système Solaire, car leur composition est probablement restée inchangée depuis la naissance de notre système planétaire. Aux confins du Système Solaire, Gaia pourra répondre à une autre question fascinante : y a-t-il d'autres planètes comme Pluton qui ne sont pas encore détectées ?

DYNAMIQUE DU GROUPE LOCAL DE GALAXIES

La Galaxie de la Voie Lactée appartient à un amas de galaxies appelé le Groupe Local. Gaia va déterminer les orbites d'autres membres du Groupe Local comme le Grand Nuage de Magellan, le Petit Nuage de Magellan ou la Galaxie d'Androméde (M31). Les orbites de ces Galaxies proches nous donneront des indications sur l'aspect de l'Univers peu après le Big Bang.

PHYSIQUE FONDAMENTALE

La Théorie de la Relativité Générale d'Einstein prévoit que la lumière est déviée lorsqu'elle passe à proximité d'un objet massif. En observant des étoiles dans des directions proches de celle du Soleil, depuis la Terre ou depuis un satellite, on peut mesurer le déplacement de l'image stellaire provoquée par le Soleil. Gaia va déterminer le coefficient de courbure de la lumière avec une précision extraordinaire. Ce type de mesures permet de tester la Relativité Générale. Des travaux récents suggèrent en effet que la Théorie d'Einstein ne serait pas valable à ce niveau de précision.

Gaia va nous ouvrir les yeux sur la Galaxie dans laquelle nous vivons, et nous raconter sa naissance, sa vie et son futur. Que vous soyez astronome ou non, l'idée que vous vous faites de la Voie Lactée sera certainement bouleversée par Gaia !

esa

Des informations plus détaillées sont disponibles sur le site web de Gaia : http://sci.esa.int/Gaia