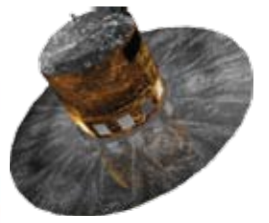


Les petits livres de Gaia

HISTOIRE DE L'ASTROMÉTRIE

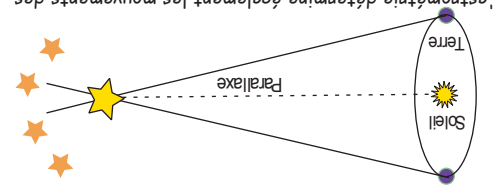
D'Hipparque a Gaia



L'astrométrie est la plus ancienne des branches de l'astronomie. Son objet est l'étude des relations géométriques entre les objets célestes ainsi que de leurs mouvements apparents et réels.

Pour déterminer la distance à une étoile, on emploie un concept appelé **parallaxe**. Si l'on repère depuis la Terre une 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 (sa trajectoire) autour du soleil, la position de l'étoile semble s'être décalée par rapport au fond d'étoiles. Ce décalage angulaire apparent est ce qu'on appelle la parallaxe stellaire. La distance d'une étoile est reliée à sa parallaxe par une relation géométrique simple. La parallaxe stellaire est difficile à mesurer car elle est extrêmement petite, sauf pour les quelques centaines d'étoiles les plus proches du Soleil.

L'astrométrie détermine également les mouvements des objets célestes dans l'espace les uns par rapport aux autres. Les deux composantes du mouvement doivent être mesurées : la **vitesse radiale**, qui est la vitesse de l'étoile dans notre direction, et le **mouvement propre**, qui est le mouvement d'un objet à travers le ciel.

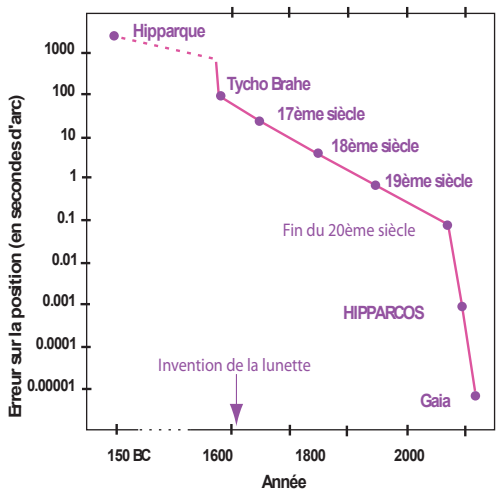


La vitesse radiale s'obtient facilement en mesurant le décalage du spectre de l'étoile. La détermination du mouvement propre est plus délicate et nécessite, sur plusieurs années, des observations très soignées de la variation de la position de l'étoile sur la sphère céleste.

Les distances et les mouvements des étoiles sont des données fondamentales pour comprendre la nature de l'Univers. La distance à une étoile permet de connaître sa luminosité vraie et sa taille, sa nature et son âge. Par ailleurs, connaître le mouvement des étoiles permet de savoir non seulement où elles se trouvaient il y a plusieurs millions d'années, mais également quelles seront leurs positions dans le futur.

Les civilisations antiques avaient déjà réalisé que les objets du ciel semblaient se déplacer de façon régulière, et pouvaient être utiles pour repérer les directions et l'écoulement du temps sur la Terre. Les besoins des premières communautés sédentaires (par exemple, déterminer le moment approprié pour semer ou récolter) ont fait naître l'astrométrie de précision. Effectuer des mesures angulaires précises et établir des catalogues de positions célestes a été une des tâches fondamentales de l'astronomie jusqu'au XIX^{ème} siècle et est encore un aspect essentiel de la recherche astronomique actuelle. Les angles à mesurer sont extrêmement petits et l'amélioration de la précision des mesures est un objectif permanent des astronomes. La mise au point de nouveaux instruments d'observation, de plus en plus précis, a conduit à des changements fondamentaux dans les conceptions scientifiques.

La précision sur les positions au cours des siècles



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

Gaia représente le rêve de nombreuses générations d'astronomes, car il permettra d'apporter enfin la lumière sur des questions posées depuis des siècles. Il résulte de la conjonction d'un intérêt universel envers la nature de l'Univers et du développement de technologies de pointe par des ingénieurs innovants. 6

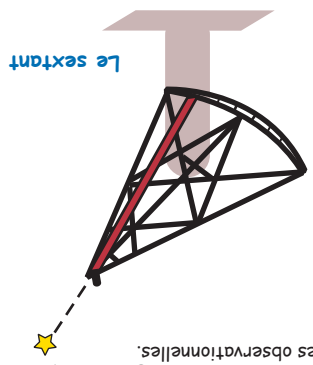
L'intérêt scientifique de Gaia est extrêmement vaste et ambitieux, et son but ultime est de résoudre une des questions les plus fondamentales de la science moderne : comprendre l'origine et l'évolution de notre Galaxie, la Voie Lactée. Gaia va également bouleverser la recherche de planètes autour des étoiles proches, en en détectant plusieurs milliers.



Gaia

Devant le succès d'Hipparcos, l'ESA envisage de lancer un satellite astrométrique beaucoup plus puissant, nommé **Gaia**. Gaia utilisera des technologies de pointe pour établir, avec une extrême précision, une **carte tridimensionnelle et dynamique de notre Galaxie** qui comprendra les positions, distances et vitesses de plus de 1000 millions d'étoiles. Sa précision sera d'environ 10 micro-secondes d'arc (soit l'équivalent du diamètre d'un cheveu à une distance de 1000 km !), et mieux encore pour les étoiles brillantes.

En 129 av. J.-C., et avec l'œil comme seul instrument, l'astronome grec **Hipparque** est le premier à établir un catalogue d'étoiles donnant leur brillanteur, et leur position avec une précision de un degré, soit l'angle sous lequel on voit une personne située à une distance de 100 m. On considère que ceci représente la naissance de l'astrométrie. Après Hipparque, peu de progrès dans la précision des mesures sont effectués jusqu'au **XVI^{ème} siècle**. La révolution vient de **Tycho Brahe** (1546 - 1601), astronome danois qui arrive à estimer les positions des étoiles à environ une minute d'arc près, c'est à dire un sixième de degré. Il conçoit et met au point un grand nombre d'instruments, comme le sextant ou le sextant mural, et change ainsi profondément les pratiques observationnelles.



Les choses changent considérablement pour l'astrométrie en 1989, lorsque l'Agence Spatiale Européenne (ASE) lance **Hipparcos**, le premier satellite astrométrique. Hipparcos observe la totalité du ciel, permettant une précision 100 fois meilleure que les mesures au sol. Un catalogue comprenant les positions, distances et mouvements de 120 000 étoiles avec une précision d'environ 1 milli-seconde d'arc est établi. Les résultats d'Hipparcos sont utilisés par les scientifiques du monde entier, avec des applications importantes sur la nature de notre Galaxie. 5

Au cours du **XX^{ème} siècle**, l'astronomie concentre ses efforts sur la compréhension de la nature des objets célestes grâce à de nouvelles techniques comme la **spectroscopie** (qui étudie la lumière émise par un objet, sa composition chimique, sa température et sa nature) et l'utilisation de **plaques photographiques** en astronomie. Les progrès en astrométrie sont d'ailleurs très difficiles car la meilleure précision possible depuis la Terre était atteinte (soit environ 0,1 seconde d'arc), la limite principale venant des effets atmosphériques.

Au **XIX^{ème} siècle**, les techniques de gravure progressent encore et rendent possibles des mesures d'une précision meilleure que la seconde d'arc. Ce progrès est fondamental pour les premières mesures de parallaxes stellaires dans les années 1830. La confirmation de la distance très grande, mais cependant finie, des étoiles marque un tournant dans notre conception de la nature des Étoiles et de la place que nous occupons dans l'Univers.

En 1609, Galilée invente la **lunette**, ouvrant de nouvelles perspectives à l'observation. Mais la lunette seule n'apporte pas la solution pour mesurer des angles. Au cours du **XVIII^{ème} siècle**, le **micromètre à fil** est inventé. Il consiste en deux fils, montés dans le champ de vision d'un instrument, et se déplaçant l'un par rapport à l'autre grâce à une vis. Le nombre de tours de vis indique l'angle mesuré. Ceci permet de s'affranchir de la résolution limitée de l'œil humain, grand nombre d'instruments, comme le sextant ou le sextant mural, et change ainsi profondément les pratiques observationnelles. Au **XVIII^{ème} siècle**, l'amélioration des matériaux et des techniques permet aux concepteurs d'instruments de **graver** avec une grande précision des **échelles angulaires** sur des supports comme le cercle astronomique. La précision des mesures atteint la seconde d'arc, ce qui permet, en 1725, la détection de l'observation stellaire (effet combiné du mouvement de l'observateur et de la valeur finie de la vitesse de la lumière), première preuve directe du mouvement de la Terre dans l'espace. Ceci confirme les théories coperniciennes, encore controversées, qui affirment que la Terre tourne autour du Soleil et non l'inverse. Une autre découverte importante est celle du mouvement des étoiles dans l'espace par Edmund Halley. 4