

UN CIEL SUR MESURE (6/12)

Et que succombe la seconde ...

La seconde de degré, considérée jusqu'à la fin du XVIII^e siècle comme l'indépassable horizon de la mesure astronomique (voir LI #90), sert toujours à déterminer l'unité de mesure des distances stellaires : le *parsec*, qui est la distance que parcourt la lumière en 3,26 années. Ainsi, la parallaxe d'une étoile mesurée en secondes de degré correspond à l'inverse de sa distance exprimée en parsec. La parallaxe d'une étoile est donc un angle, celui sous lequel un observateur placé sur l'étoile verrait le demi-diamètre de l'orbite terrestre en le supposant perpendiculaire à son rayon visuel.

La quête de la parallaxe stellaire commence dès le XVII^e siècle. Il s'agit alors de prouver le système héliocentrique de Copernic : mesurer la parallaxe d'une étoile revient à démontrer que la Terre tourne autour du Soleil le long d'une orbite dont le diamètre est perceptible depuis l'étoile. Les premières recherches sérieuses – mais vaines - sont menées par Picard puis Cassini à l'Observatoire de Paris. De l'autre côté de la Manche, les astronomes anglais poursuivent l'enquête : James Bradley découvre en 1728 *l'aberration stellaire* en recherchant la parallaxe de l'étoile γ Draconis par la mesure de la variation de sa distance zénithale sur une année. S'il ne réussit pas à lui déterminer une parallaxe, cependant l'échec est tout relatif car sa découverte prouve le déplacement de la Terre autour du Soleil tout autant que le « mouvement progressif » de la lumière mais elle lui permet aussi de reconnaître le premier que la parallaxe des étoiles qu'il a étudiées est assurément **inférieure à la seconde de degré**. Dès lors l'entreprise prend un autre sens, elle revêt davantage la forme d'un défi, d'une compétition entre astronomes.

William Herschel relève le défi en 1782. Rejetant la méthode utilisée par Bradley (dans laquelle les effets de réfraction, aberration, nutation affectant les distances zénithales apparentes sont encore mal connus), il se propose de mettre en œuvre une nouvelle méthode suggérée par ... Galilée : repérer et suivre les couples stellaires dont il pense que l'alignement sur la ligne de visée n'est qu'apparent ; il suppose que l'étoile la plus lumineuse est à une distance plus proche de la Terre que l'étoile la moins lumineuse (une étoile de 2^e magnitude se trouve deux fois plus éloignée qu'une étoile de 1^{ère} magnitude) et il pense en outre que, contrairement à l'affirmation de Bradley, la parallaxe des étoiles de première grandeur doit être de plusieurs secondes. En définitive, il découvre tout autre chose – encore une fois: les *étoiles doubles*, véritables couples physiques dont la proximité apparente est bien réelle. Néanmoins, le ver est dans le fruit. En effet, en 1826, son fils, John Herschell, en tire comme enseignement fondamental qu'il est maintenant « **extrêmement probable que la parallaxe de la quasi-totalité des étoiles est bien inférieure à 1''** ». D'autre part, des essais de son père il en conserve l'idée maîtresse qui fera école : mesurer la variation relative de la position de deux étoiles proches l'une de l'autre dont il espère que l'une décrira au bout d'un an une ellipse par rapport à l'autre. Cependant, la limitation majeure est technologique, elle est posée par les micromètres qui ne sont pas encore capables de mesurer quelques dixièmes de seconde de degré.

L'initiative revient alors sur le continent, plus précisément du côté des constructeurs et astronomes allemands. Joseph Fraunhofer incarne à lui seul le renouveau. Il va construire à partir de 1824 deux des instruments les plus importants et les plus célèbres de l'histoire de l'astronomie pour deux des astronomes les plus novateurs : le grand réfracteur de 9 pouces (24 cm) de l'observatoire de Dorpat (de nos jours Tartu en Estonie) pour le compte de Friedrich Wilhelm Struve et le grand *héliomètre* de 6 pouces (16 cm) de l'observatoire de Königsberg (de nos jours Kaliningrad en Russie) pour celui de Wilhelm Bessel. Ces deux astronomes seront à l'origine des deux premières mesures de parallaxes stellaires. La priorité historique de la première mesure assurée d'une parallaxe revient cependant à Bessel. L'héliomètre de Bessel construit par Fraunhofer est le perfectionnement d'une idée proposée par Pierre Bouguer (voir LI #85) en 1748 destinée à la mesure précise du diamètre du Soleil (d'où l'origine de son nom). Le principe repose sur la bisection de l'objectif (coupé en deux parts égales) qui fournit alors au foyer une image dédoublée du champ. Bessel, le premier, a l'idée de s'en servir pour mesurer des séparations relatives entre étoiles comme l'avait suggéré John Herschel quelques années auparavant. En faisant glisser chaque demi-lentille le long de leur ligne diamétrale de contact, les images de deux étoiles peuvent être amenées à la superposition de sorte qu'il est possible de mesurer leur espacement angulaire à partir du déplacement linéaire des deux lentilles. Bessel en fut le maître. Selon lui un instrument doit être « construit deux fois », la première fois par le constructeur et la seconde par l'astronome qui doit en traquer les moindres défauts et erreurs.



Héliomètre de Bessel de 6 pouces (16 cm) construit par Fraunhofer en 1834 (Atlas der Himmelskunde, Schweiger-Lerchenfeld, 1898, Bibliothèque de l'Observatoire de Paris).

Bessel choisit l'étoile 61 du Cygne comme *cible* privilégiée. Celle-ci avait été observée au début du siècle par l'astronome de Palerme Giuseppe Piazzi comme ayant un mouvement propre très important (déplacement de plus de 5" par an); elle était surnommée « l'étoile volante ». Un mouvement apparent si rapide était le signe indiscutable d'une certaine proximité de l'étoile. Bessel s'y était d'ailleurs

déjà attaqué en 1815 et 1816 par une méthode classique qui l'avait amené à trouver à l'étoile du Cygne une parallaxe négative de $-0,88''$! À l'Observatoire de Paris, Arago et Mathieu l'avaient également prise en chasse en 1812 par des mesures absolues de distance au zénith faites avec le cercle répéteur de Reichenbach donné par Laplace en 1811. Ils ne purent conclure mieux que sa parallaxe devait nécessairement être plus petite que $0,5''$. Cet échec résonna comme ce qui devait être le *chant du cygne* des recherches de parallaxes stellaires à l'Observatoire de Paris. Bessel, quant à lui, armé de son nouvel instrument, va réussir en 1838 ; il annonce une parallaxe de $0,313''$ avec une *erreur probable* de 4%, soit $0,0136''$. C'est le résultat d'un grand nombre de mesures relatives de la position de 61 Cygne par rapport à deux étoiles beaucoup plus faibles en éclat ; chaque observation isolée à une précision de $0,135''$. De plus, Bessel, également mathématicien, est l'un des premiers à se servir de la très féconde *méthode des moindres carrés* élaborée par Legendre puis Gauss en 1809 pour résoudre tous les paramètres du problème et **être en mesure de fournir une estimation fiable de l'erreur probable**, ce qu'aucun astronome avant lui n'avait fait. C'est par cette rigueur ascétique, où rien n'est laissé au hasard, que Bessel devient le premier arpenteur de l'espace interstellaire. La seconde est vaincue, place au dixième de seconde de degré. Vainqueur de la grande course à la distance, Bessel se détournera du sujet. Sa mission est accomplie, il a montré le chemin. La mesure de la parallaxe ne constituait pas pour lui une fin en elle-même mais un moyen de prouver la justesse de ses vues sur l'importance de la précision et de la rigueur en astronomie.

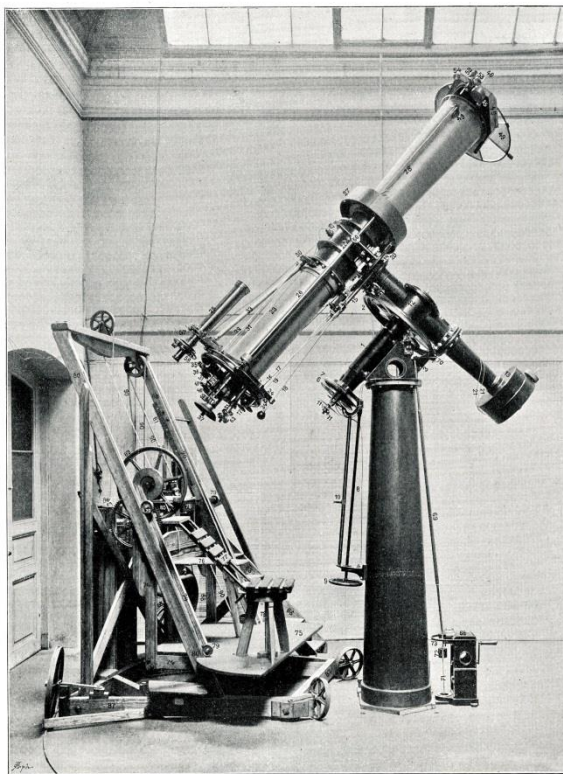


Fig. 219. Repsold's Heliometer der v. Kuffner'schen Sternwarte in Wien.

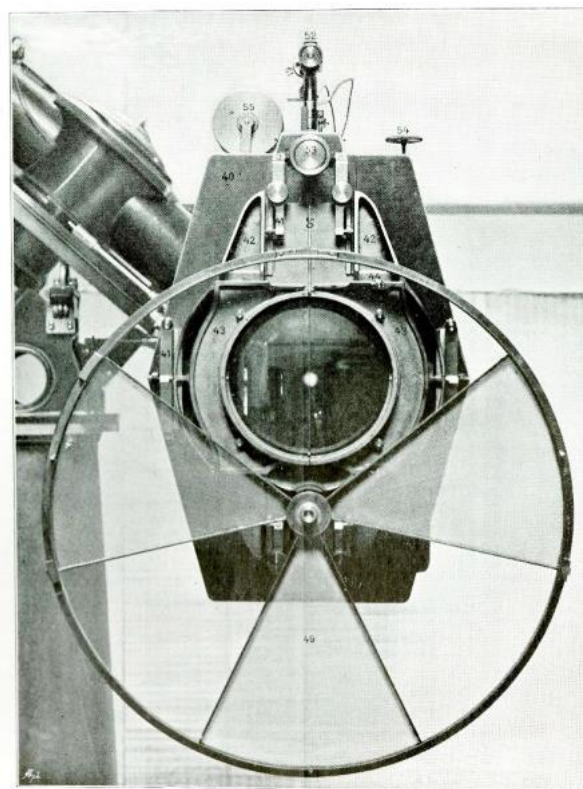


Fig. 220. Repsold's Heliometer (Objectivkopf).

Héliomètre de 8 pouces (21,7 cm) de l'Observatoire Keffner à Vienne construit par Repsold en 1894. Ce fut le plus grand au monde (Atlas der Himmelskunde, Schweiger-Lerchenfeld, 1898, Bibliothèque de l'Observatoire de Paris).

Le succès de Bessel fera le succès de l'héliomètre qui se répandra partout en Europe sauf ... en France, et en particulier à l'Observatoire de Paris. Une quarantaine de parallaxes stellaires seront ainsi mesurées jusqu'à la fin du XIX^e siècle (jusqu'à des distances inférieures à 25 al, soit des parallaxes d'au moins $0,13''$). Par la suite, les mesures de parallaxes se poursuivront principalement aux États-Unis grâce à l'introduction de la plaque photographique – équivalente en précision à l'héliomètre mais beaucoup plus rapide et plus

sure dans l'observation et l'analyse - en astronomie dans les années 1870 (jusqu'à des distances maximales de 100 al). Les précurseurs en sont Charles Pritchard en 1889 à l'observatoire d'Oxford et surtout Franck Schlesinger en 1903 à l'observatoire d'Allegheny. Vers 1950 on dénombre déjà près de 6 000 parallaxes photographiques mesurées.

C'est donc véritablement en 1838 que la *sphère des étoiles fixes* chère aux Grecs vole définitivement en éclat et qu'une autre astronomie, plus physique que géométrique, va peu à peu prendre son envol, quitter ses positions, par la profondeur et la matérialité que confère la parallaxe aux astres.