

UN CIEL SUR MESURE (7/12)

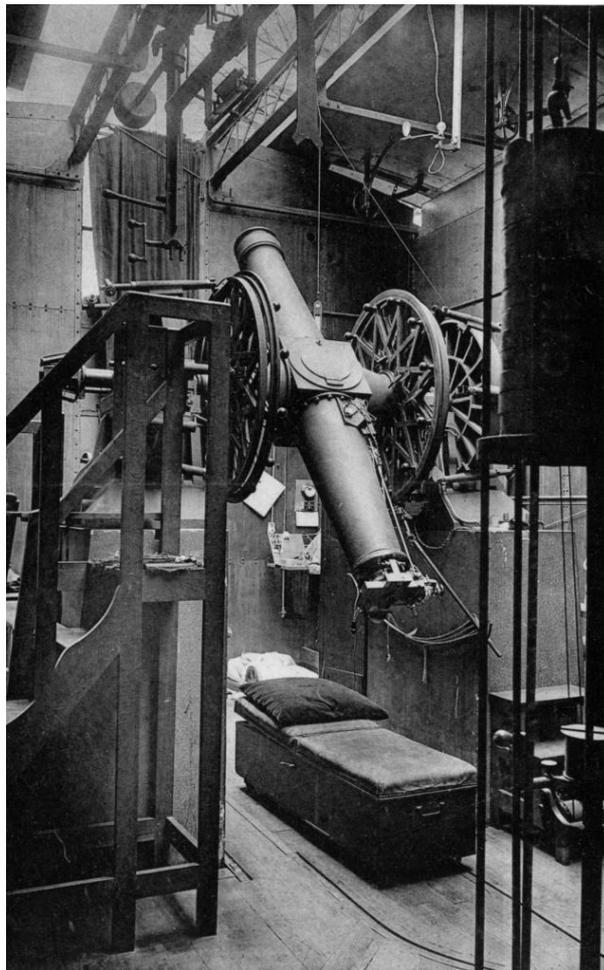
## Vaincre l'erreur personnelle

Au XIX<sup>e</sup> siècle, les observations méridiennes deviennent un véritable service d'observation des grands observatoires. Les méthodes d'observation sont rationalisées, codifiées. Les astronomes sont calibrés tout autant que les instruments, réduits à n'être que de simples subordonnés, véritables «*machines à observer et à calculer*». C'est à l'Observatoire de Greenwich, en 1835, sous la houlette de George Bidell Airy (1801-1892), fraîchement nommé astronome royal, que cette rationalisation se met en place. Elle s'étend très rapidement à l'ensemble des observatoires. À Paris, elle est mise en œuvre par Urbain Le Verrier (1811-1877) dès son arrivée à la tête de l'Observatoire en 1854. Pour Le Verrier «*les erreurs qui subsistent encore ne s'élèvent qu'à quelques secondes ; mais, en revanche, elles existent partout, et leur petitesse ne nous autorise pas à les négliger*». C'est l'époque triomphante de «*l'astronomie des invisibles*», cette astronomie qui permet la découverte de corps ne se manifestant que par leur effet gravitationnel. Cela fut le cas pour le compagnon de Sirius, la fameuse «*étoile noire*» - qui en fait est une naine blanche - découverte par Bessel en 1844, et pour la planète Neptune révélée par les calculs de Le Verrier en 1846. Aussi Le Verrier résume-t-il merveilleusement les buts de l'astronomie de position, assimilée dorénavant à l'astronomie de précision : «*tout écart décèle une cause inconnue, et peut devenir la source d'une découverte*». Il s'agit donc de traquer les moindres sources d'erreur, de systématiser les procédures afin de déceler éventuellement des «*anomalies*» - comme ce fut le cas pour la fameuse *aberration des fixes* découvertes par Bradley en 1729.

En 1877, au crépuscule de son règne, Le Verrier va donner une impulsion décisive aux observations méridiennes. Il propose la construction d'un instrument unique, le *cercle méridien*, se substituant aux deux instruments classiques de l'astronomie méridienne : l'instrument des passages pour la détermination des ascensions droites et le cercle mural pour celle des déclinaisons. De plus, le nouvel instrument doit être implanté à l'écart de tout édifice dont les fondations transmettent les vibrations provenant des «*trépidations*» des quartiers environnants. Il donne ainsi naissance au cercle méridien dit «*du jardin*» construit en 1878 par Wilhelm Eichens (1818-1884) grâce à la prodigalité d'un riche amateur d'astronomie Raphaël Bischoffsheim (1823-1906). Il se constitue d'une lunette de sept pouces (18,9 cm) d'ouverture et de 2,32 m de focale placée dans le plan du méridien dont l'axe est porté par deux solides piliers en maçonnerie aux fondations profondes sur lesquels ont été implantés deux cercles de un mètre de diamètre équipés de six microscopes micrométriques pour la lecture des déclinaisons. Il servira de modèle aux cercles méridiens des observatoires de province. En 1882, le service principal d'observations méridiennes consiste en la révision du catalogue de Lalande et de ses 48 000 étoiles dont la précision n'était que de 3". Il est également utilisé pour l'observation des 306 étoiles fondamentales servant à la détermination astronomique de l'heure par l'observation de leur passage méridien.

Cependant, si la mesure des déclinaisons peut se faire au dixième de seconde de degré, il n'en va pas de même pour celle des ascensions droites. Celle-ci se fait par la détermination de l'instant de passage d'une étoile au méridien. La méthode classique, datant du siècle précédent, est celle de Bradley dite de

*L'œil et de l'oreille* (*eye-and-ear*). Elle est utilisée à l'observatoire de Paris jusqu'à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. L'observateur, après avoir lu la seconde marquée par la pendule sidérale, continue à la compter mentalement au son de l'échappement de l'horloge en même temps qu'il suit le déplacement de l'étoile dans le champ de la lunette. Il repère les positions de l'étoile aux deux battements consécutifs comprenant le passage par le fil vertical du réticule placé au foyer de la lunette ; il interpole alors la position par estime des distances relativement au fil vertical ce qui lui permet d'accéder au dixième de seconde de temps sidéral (soit une précision de 1,5"). Dans la pratique, le passage de l'étoile par sept ou neuf fils est noté puis une valeur moyenne de passage sur le fil central est déduite. L'utilisation de plusieurs fils permet de réduire l'erreur de mesure à proportion de la racine carrée du nombre de fils. Ainsi, si l'on utilise neuf fils, cela donne une précision finale égale à la précision de lecture à un fil divisée par trois (soit 0,5").



*Cercle méridien de sept pouces du jardin de l'observatoire de Paris donné par Raphael Bischoffsheim, trappe ouverte, avec banquette d'observation et cercles de lecture de la déclinaison (crédit : Bibliothèque de l'observatoire de Paris).*

On s'est rapidement aperçu que des erreurs systématiques, liées à l'état physiologique de l'observateur, dégradèrent gravement la précision des mesures. Bessel, en 1823, est le premier à les traiter ; elles seront alors connues sous le nom *d'erreur personnelle*. Dès lors, tout observateur doit apprendre à connaître son erreur personnelle qui généralement est de quelques dixièmes de secondes donc équivalente à la précision de la mesure faite à un fil. Elle est de plus variable dans le temps (*marche de l'observateur*) et dépend de l'éclat de l'astre observé (*erreur de grandeur*). Cependant, dès le milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, des procédés sont imaginés pour tenter de réduire sinon de supprimer l'erreur personnelle.

Avec les premières applications de l'électricité, des dispositifs enregistreurs sont proposés. Airy, à l'observatoire de Greenwich, introduit dès 1853 le chronographe enregistreur à cylindre sur lequel l'observateur grave les instants de passage aux fils au moyen d'un petit manipulateur. Les premiers essais ont montré une légère réduction de l'erreur personnelle mais il subsiste toujours un retard résiduel provenant de la transmission de la volonté de l'œil à la main qui presse le manipulateur. Au moins l'observation chronographique permet d'alléger la tâche monotone et ingrate de l'astronome. En France, à l'observatoire de Paris, Le Verrier ne veut rien entendre du chronographe car « *cela faisait de mauvais astronomes* ».

Une autre solution, proposée très tôt, consiste à maintenir au moyen d'une vis micrométrique un fil mobile vertical sur l'étoile qui traverse le champ, les signaux marqués sur le chronographe donneront l'instant où l'astre se trouvait en des points correspondants à des positions parfaitement déterminées de la vis micrométrique. La rotation de la vis entraîne également l'oculaire, de telle sorte que le fil mobile occupe toujours le milieu de la partie visible du champ. Ce procédé entraîne la quasi-disparition de l'équation personnelle qui se réduit à quelques centièmes de secondes de temps à peine. En 1889, Repsold propose un nouveau dispositif micrométrique de ce type qui prendra le nom de *micromètre enregistreur impersonnel de Repsold*. Le micromètre impersonnel va rapidement se répandre parmi les observatoires, à l'exception notable - une fois de plus - de l'observatoire de Paris. Cependant, après l'exposition universelle de Paris, le nouveau directeur de l'Observatoire, Maurice Loewy (1833-1907), est sensible aux nouvelles innovations. Il va alors demander à Paul Gautier (1842-1909) un chronographe en 1903 puis un micromètre automatique enregistreur impersonnel en 1906. Dans ce modèle automatique, l'observateur se contente juste d'embrayer le moteur actionnant le fil mobile et d'ajuster la coïncidence à l'aide d'un différentiel pour corriger les petites dérives constatées. Le moteur d'entraînement du fil mobile est muni d'un réducteur de vitesse, variable suivant la déclinaison<sup>1</sup>. Ces dispositifs viendront équiper le cercle méridien du jardin à partir de 1908. La précision de lecture atteinte est alors de 0,015-0,02s (soit 0,2-0,3"). Les cercles méridiens poursuivront leurs mesures jusqu'au milieu du XX<sup>e</sup> siècle sans jamais dépasser cette limite en précision.



*Micromètre auto-enregistreur du cercle méridien du jardin de l'Observatoire de Paris. Construit par Edouard Bouty, il a remplacé celui de Paul Gautier en juillet 1913 (crédit : Bibliothèque de l'observatoire de Paris)*

---

<sup>1</sup> La vitesse apparente d'un astre dans le champ du réticule dépend de sa déclinaison. Elle est la plus rapide pour les étoiles équatoriales dont la déclinaison est nulle.