

d'admettre les conclusions d'Herschel. Bessel soutenait qu'il n'y avait absolument aucune évidence prépondérante en faveur de la direction supposée du Soleil vers un point de la constellation d'Hercule.

Biot, Burckhardt, sir John Herschel lui-même (le fils de William) montraient la même incrédulité. Mais l'apparition en 1837 d'une thèse présentée à l'Académie de Saint-Petersbourg par Argelander changea l'aspect de la question. Herschel avait basé ses calculs sur un très petit nombre d'étoiles; Argelander avait à sa disposition 390 étoiles douées de mouvements propres déterminés avec la plus scrupuleuse exactitude. Il trouva ainsi pour la position du point du ciel vers lequel le Soleil se dirige :  $260^{\circ}50'$  en ascension droite, et  $31^{\circ}17'$  en déclinaison boréale.

Dans ces conditions, il était impossible de mettre en doute le fait lui-même, et cinq ans plus tard, dans ses *Etudes d'astronomie stellaire*, Otto Struve écrivait : « Le mouvement du Système solaire dans l'espace est dirigé vers un point de la voûte céleste situé sur la ligne droite qui joint les deux étoiles de troisième grandeur  $\pi$  et  $\mu$  Hercule, à un quart de la distance apparente de ces étoiles, à partir de  $\pi$  Hercule. La vitesse de ce mouvement est telle que le Soleil, avec tous les corps qui en dépendent, avance annuellement dans la direction indiquée de 1623 fois le rayon de l'orbite terrestre, ou de 33 550 000 milles géographiques, ou à un septième de la valeur trouvée. On peut donc parier 40 000 contre un pour la réalité du mouvement propre progressif du Soleil, et un contre un qu'il est compris entre les limites de 38 et de 39 millions de milles géographiques. »

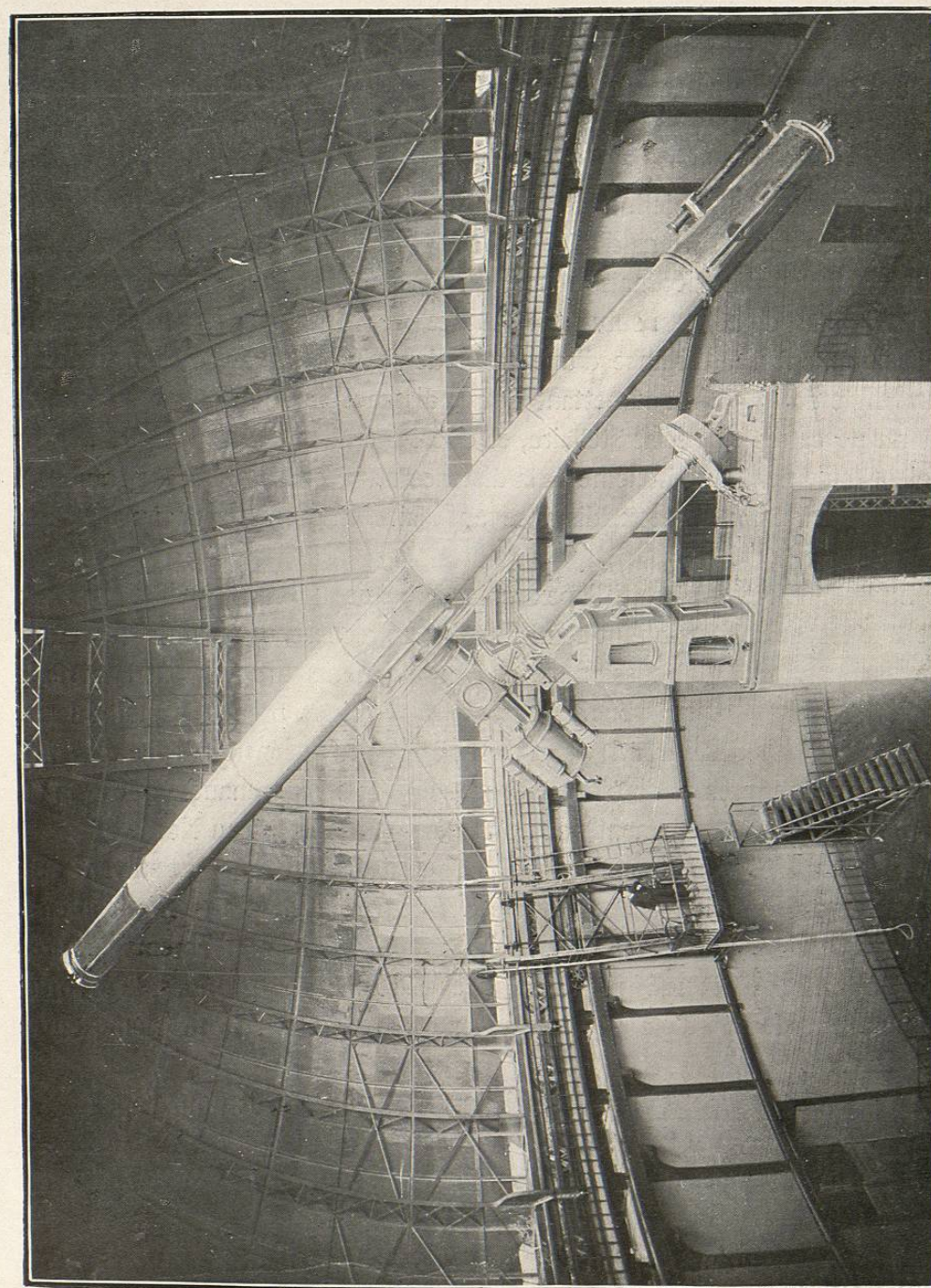
En 1847, les recherches de Galloway étaient encore plus précises; en discutant les mouvements propres de 81 étoiles visibles principalement dans l'hémisphère austral, et qui n'avaient pas été employées dans les recherches faites par William Herschel, Argelander et Otto Struve, cet astronome trouva pour la position de l'apex solaire :

Ascension droite,  $260^{\circ}1'$

Déclinaison boréale,  $34^{\circ}23'$

En 1859, sir George Airy, par l'étude du mouvement de 113 étoiles, trouvait :  $261^{\circ}29'$  et  $+ 24^{\circ}44'$ , tandis que l'examen de 1167 mouvements propres conduisait M. Main à adopter  $263^{\circ}44'$  et  $25^{\circ}$ .

Les recherches de M. Plummer, en 1883, ne modifièrent que légèrement ces conclusions. Cependant, les astronomes n'étaient pas satisfaits. En 1886, le Dr Auwers, de Berlin, terminait un beau travail pour lequel il recevait en 1888 la médaille d'or de la *Royal Astronomical Society* de Londres. Il avait



LA GRANDE LUNETTE DE L'OBSERVATOIRE DE NICE

réduit à nouveau, à l'aide de données modernes les plus précises, les étoiles originales de Bradley, et en comparant leurs positions ainsi obtenues pour l'année 1755 avec celles qui leur étaient assignées par les observations faites à Greenwich après un laps de temps de 90 années. Dans l'intervalle, comme

on devait s'y attendre, on reconnut que la plupart d'entre elles avaient parcouru une petite trajectoire sur la voûte céleste, ce qui permit de réunir un stock de près de 3 000 mouvements propres très exacts. Ludwig Struve utilisa alors cette énorme masse de matériaux pour une nouvelle discussion du mouvement du Soleil. Il plaça ainsi l'apex du mouvement solaire sur les limites des constellations d'Hercule et de la Lyre, par  $273^{\circ}21'$  en ascension droite et  $27^{\circ}19'$  en déclinaison boréale. Quant à la vitesse du mouvement, il l'exprimait de la façon suivante : l'espace parcouru en un siècle, vu perpendiculairement à la distance d'une étoile de sixième grandeur, sous-tendrait un angle de  $4'',36$ . En admettant que la distance varie en raison inverse de la racine carrée de l'éclat stellaire, et que les étoiles de première grandeur soient seulement à un dixième de la distance des étoiles de sixième grandeur, on arrive à traduire cette distance angulaire en vitesse linéaire : celle-ci serait de  $23^{\text{km}},33$ .

Ludwig Struve plaçait l'apex solaire beaucoup plus à l'Est que ses devanciers; sa conclusion fut confirmée par les recherches postérieures. Ainsi Lewis Boss, par la discussion de 253 mouvements propres extraits de la « Zone Albany », qui venait alors d'être terminée pour le Catalogue de l'*Astronomische Gesellschaft*, plaça l'apex à  $280^{\circ}$  en ascension droite et  $+40^{\circ}$  en déclinaison, près de l'étoile quadruple  $\epsilon$  Lyre; et, reprenant la question en 1901, il concluait finalement pour un point situé  $5^{\circ}$  plus au Nord.

En 1890, le Dr Oscar Stumpe montra que l'apex est différent suivant que l'on prend des séries de grands mouvements ou de petits mouvements propres. Il choisit une liste de 996 étoiles ayant des mouvements propres compris entre  $16''$  et  $128''$  par siècle. Il les divisa en trois groupes, le premier comprenant de  $16''$  à  $32''$ ; le second entre  $32''$  et  $64''$ , le troisième entre  $64''$  et  $128''$ .

Le premier groupe, qui renfermait 551 étoiles, donnait pour l'apex

$$A = 287^{\circ},4, \quad D = +45^{\circ}.$$

Le second groupe, qui comprenait 339 étoiles, donnait

$$A = 282^{\circ},2, \quad D = +43^{\circ},5.$$

Le troisième groupe, qui n'avait que 106 étoiles, donnait

$$A = 280^{\circ},2, \quad D = +33^{\circ},5.$$

Toutefois, ce résultat pourrait tenir beaucoup plus à l'exactitude des données qu'à une loi véritable de la construction des cieux.

Cependant, MM. Dyson et Thackeray, à Greenwich, en 1905, utilisant les mouvements propres des étoiles circumpolaires de Groombridge, traitèrent

séparément les étoiles du premier type et obtinrent des directions très différentes pour la route du Soleil. Il doit y avoir dans le ciel des groupes particuliers d'étoiles de composition diverse et qui suivent des directions propres.

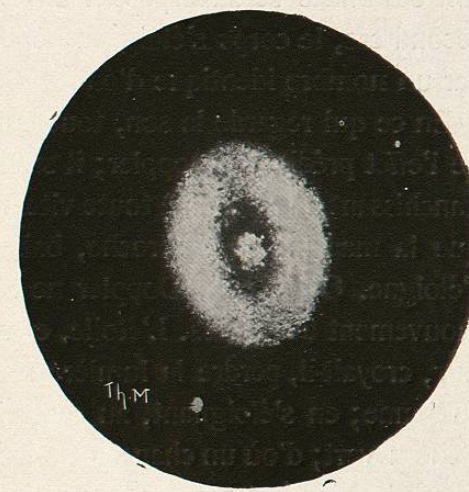
Dès 1893, le professeur Kapteyn, en étudiant isolément chacun des mouvements stellaires à sa disposition, suivant le grand cercle et perpendiculairement à ce même grand cercle passant par un apex solaire choisi comme le plus probable, réussit à isoler leur élément parallactique beaucoup plus parfaitement qu'on l'avait fait avant lui. La nature fondamentale du problème fut ainsi dévoilée, et les points obscurs éclaircis; il en résulta une détermination de premier ordre, d'après laquelle la trajectoire du Soleil est dirigée vers un point situé en ascension droite à  $274^{\circ}$  et en déclinaison à  $+30^{\circ}$ , soit exactement à  $6^{\circ}$  au sud de  $\alpha$  Lyre.

L'exactitude de cette conclusion fut confirmée par les recherches magistrales du professeur Newcomb, qui, par l'étude de 2 527 mouvements propres faibles, trouva pour l'apex  $A = 274^{\circ}$ ,  $D = +31^{\circ}$ ; 600 mouvements plus grands lui donnèrent  $277^{\circ}$  et  $+31^{\circ}$ . Évidemment, ces nombres doivent être très voisins de la vérité.

Quant à la vitesse avec laquelle le Système solaire se dirige dans l'espace, la méthode suivie jusqu'à ce jour ne pouvait donner que des renseignements peu précis et subordonnés à diverses hypothèses plus ou moins justifiées. Il fallait connaître, par exemple, les distances des étoiles étudiées; or, ces distances ne pouvaient être fixées que très précairement, et encore pour certaines classes d'étoiles seulement. Toutefois, Kapteyn et Newcomb, après avoir très perfectionné les méthodes de leurs prédécesseurs, s'accordaient à fixer à 16 kilomètres par seconde la vitesse approximative du voyage solaire.

Cependant, depuis une vingtaine d'années, on possède une méthode plus directe pour résoudre cet intéressant problème.

Cette méthode repose sur ce qu'on appelle en physique le principe de Doppler-Fizeau.



NÉBULEUSE ANNULAIRE DE LA LYRE

Christian Doppler, professeur de mathématiques à Prague, montra, en 1842, que la couleur d'un objet lumineux, comme la hauteur du son émis par un corps, doit varier suivant que le corps s'approche ou s'éloigne. En voici la raison : la couleur comme le son ne sont subjectivement que des effets physiologiques, dépendant, non de la longueur d'onde absolue, mais du nombre d'ondes entrant dans l'œil ou l'oreille dans un intervalle de temps donné. Ce nombre, il est facile de le voir, doit augmenter si la source lumineuse ou sonore s'approche de nous; il doit au contraire diminuer si la distance de cette même source va en augmentant. Dans le premier cas, le corps vibrant presse les unes contre les autres les ondes qui émanent de lui; ces ondes se superposent d'une façon de plus en plus dense; dans le second cas, le corps s'éloignant, les ondes se raréfient, et l'espace occupé par un nombre identique d'ondes se trouve ainsi augmenté.

En ce qui regarde le son, tout le monde peut se convaincre de la réalité de l'effet prédit par Doppler; il suffit d'écouter le sifflet d'une locomotive franchissant une station à toute vitesse. Le son, de plus en plus aigu à mesure que la machine se rapproche, baisse ensuite très rapidement dès qu'elle s'éloigne. Cependant, Doppler ne réussit pas à appliquer son principe au mouvement des astres. L'étoile, en se rapprochant, devait changer de couleur, croyait-il, perdre la lumière rouge, par exemple, et devenir orangée ou jaune; en s'éloignant, au contraire, elle perdait le violet, qui devenait bleu ou vert; d'où un changement général de couleur de l'étoile. Théoriquement, le fait n'est pas douteux; mais, en pratique, il est impossible d'appliquer le critérium au Soleil ou aux étoiles, parce qu'elles brillent d'une lumière continue. Leur spectre entier se déplace légèrement dans un sens ou dans l'autre sur l'échelle de réfrangibilité.

Fizeau, en 1848, montra cependant comment on pouvait appliquer le principe de Doppler. Dans le spectre, fit-il remarquer, il n'y a pas que les couleurs à considérer; nous observons encore une série de raies qui, normalement, occupent une certaine position facile à déterminer d'une façon très exacte; dans certaines conditions de mouvement, ces raies doivent suivre la dérivation générale du spectre et se déplacer, soit vers le rouge, soit vers le violet. Il suffit donc de mesurer ce faible déplacement pour savoir de combien le corps observé se meut vers nous ou dans une direction opposée.

En fait, le principe appliqué aux étoiles s'est montré, ces dernières années surtout, d'une très grande utilité; il nous a même indiqué *les vitesses radiales* des astres, autrement dit leurs mouvements sur la ligne de vision. Il permet

ainsi, même pour les étoiles ayant un mouvement apparent perpendiculaire au nôtre, de déterminer la composante réelle de ce mouvement.

Dans l'étude de la marche du Soleil, il était dès lors possible d'arriver à des chiffres absolus relativement précis. Il suffisait, en effet, de comparer la vitesse radiale moyenne d'un grand nombre d'étoiles situées dans la direction suivie par le Soleil avec la vitesse radiale des étoiles que nous laissons derrière nous. Les mouvements de rapprochement doivent, dans l'ensemble, dominer dans le premier cas; les mouvements d'éloignement dans le second; la moitié de la différence moyenne représente alors la vitesse de transport de notre système relativement aux étoiles employées pour la comparaison.

En 1901, le professeur Campbell déduisait ainsi un mouvement de 20 kilomètres par seconde vers un point situé à  $277^{\circ}30'$  en ascension droite et  $+ 20^{\circ}$  en déclinaison. Il est probable que la vitesse est exacte à un ou deux kilomètres près. Quant à la direction, elle est plus sujette à caution, parce que les 280 étoiles ayant servi de base aux calculs se trouvent, pour la plupart, dans l'hémisphère Nord, d'où un déplacement systématique vers l'Équateur.

Cette vitesse de notre Système nous ferait donc parcourir annuellement une route égale à quatre fois environ le diamètre de l'orbite terrestre; à ce taux, si nous nous dirigeons vers  $\alpha$  Centaure, nous atteindrions cette étoile en quelque 69 000 années.