

fondamentaux, plus précis, répertorient les positions absolues des étoiles, mesurées par rapport à un seul système d'axes. Leur réalisation est beaucoup plus longue et difficile : au moment où Argelander achève son œuvre monumentale, il publie aussi un catalogue fondamental de seulement 160 étoiles, dont la réalisation lui a coûté autant de peine.

L'ensemble des coordonnées des étoiles d'un catalogue fondamental constituent un système de référence, défini par les trois directions d'un

repère cartésien. Par exemple, on peut souhaiter que l'un des axes soit perpendiculaire à l'écliptique, plan moyen de l'orbite de la Terre autour du Soleil. Malheureusement il n'y a pas sur le ciel une marque colorée avec l'inscription "ici est la normale à l'orbite de la Terre". Pour connaître la coordonnée d'une étoile sur cet axe, il faut mesurer précisément sa position par rapport au Soleil. Ce dernier étant visible de jour et les étoiles plus aisément la nuit, on saisit la difficulté de ces observa-

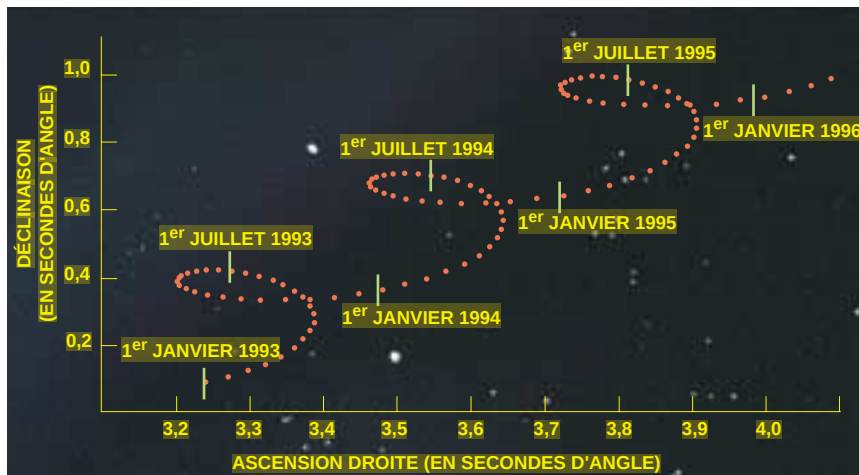
tions astronomiques. Un deuxième axe est déterminé par l'intersection du plan de l'Équateur terrestre et de l'écliptique. Le troisième est orthogonal aux deux premiers. Une fois déterminées les coordonnées absolues d'un petit nombre d'étoiles très brillantes, on construit les grands catalogues en mesurant la position des étoiles faibles par rapport aux quelques étoiles fondamentales présentes dans leur voisinage. Ces dernières mesures sont donc relatives et, surtout, leur précision n'est pas la même sur tout le ciel.

Le premier catalogue fondamental est publié en 1818 par l'astronome allemand Friedrich Bessel, qui rattache directement au Soleil 14 étoiles observées au siècle précédent par James Bradley, à Greenwich. Ce nombre est ensuite porté à 36, et il augmente progressivement jusqu'en 1986, où il atteint 1 536 avec une précision de 0,05 seconde d'angle. HIPPARCOS augmente cette précision d'un facteur 50, sur 80 fois plus d'étoiles.

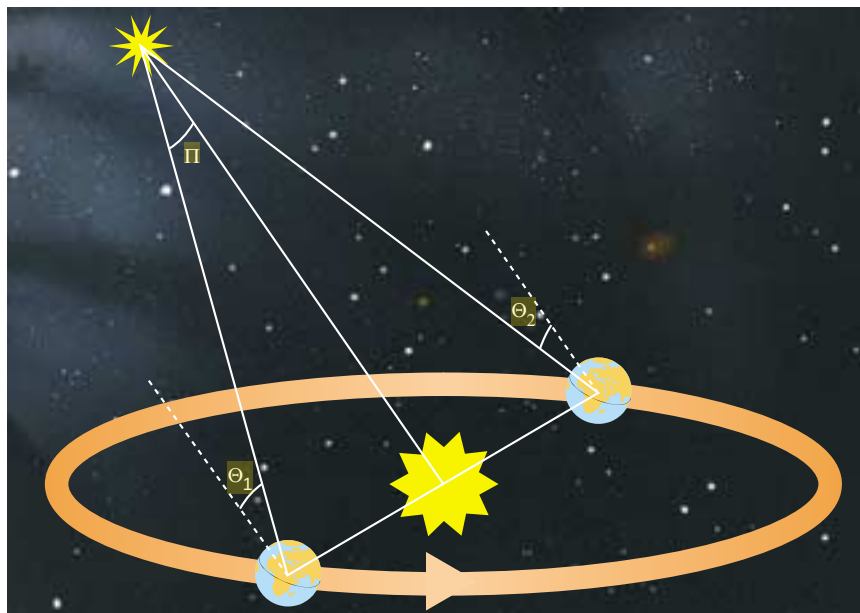
Le mouvement des étoiles

Pour construire un tel catalogue, la réalisation d'une seule mesure, même très précise, est insuffisante : par rapport à un système de référence fixe (qui ne tourne pas avec la rotation terrestre), les étoiles, vues de la Terre, se déplacent sur le ciel. Edmund Halley le découvre en 1718, en remarquant que les latitudes d'Aldébaran, de Sirius et d'Arcturus obtenues quelques années plus tôt par John Flamsteed diffèrent de celles mesurées par les astronomes d'Alexandrie au début de notre ère : en 1 500 ans, Sirius s'est déplacée d'une distance angulaire égale au diamètre de la Lune. Cette conclusion audacieuse est confirmée par Tobie Mayer en 1760 pour 80 étoiles. À partir de 1866, la description est complétée par les mesures de déplacement le long de la ligne de visée, fondées sur l'effet Doppler-Fizeau (les longueurs d'onde de la lumière que nous recevons d'une étoile varient légèrement en fonction de sa vitesse le long de la ligne de visée, comme la sirène d'une ambulance change de tonalité lorsqu'elle s'approche puis s'éloigne de nous).

Le déplacement apparent d'une étoile sur le ciel (voir la figure 2) est composé de ce mouvement propre, uniforme en longitude et en latitude, et de boucles, de périodicité annuelle, dont la dimension dépend de la distance de



2. LE DÉPLACEMENT D'UNE ÉTOILE sur le ciel, dans un référentiel qui ne suit pas la rotation journalière de la Terre, ressemble à celui de l'étoile Véga, une des plus brillantes du ciel. Les points donnent la position de Véga à intervalles réguliers d'une vingtaine de jours entre 1993 et 1996. À un mouvement d'ensemble uniforme, d'environ 0,25 seconde d'angle par an en ascension droite (la longitude des astronomes) et de 0,3 seconde d'angle par an en déclinaison (la latitude), sont superposées des boucles annuelles identiques, qui résultent du mouvement de la Terre autour du Soleil. Leur dimension (0,18 seconde d'arc) permet de calculer la parallaxe de l'étoile, donc la distance à laquelle elle se trouve (22 années-lumière).



3. LA PARALLAXE D'UNE ÉTOILE est l'angle sous lequel on verrait, de l'étoile, un diamètre de l'orbite de la Terre autour du Soleil. De sa mesure, on déduit la distance à laquelle se trouve l'étoile. En pratique, on mesure à six mois d'intervalle l'angle entre une direction fixe et la direction de l'étoile : la parallaxe est la demi-somme des deux angles.