

La découverte de James Bradley

Cette découverte, je la découvre (à mon tour), dans le livre *Le Ciel dans la tête*, de Alain Giraud-Ruby, livre que m'a offert mon jeune collègue et chef de pupitre Antoine.

James Bradley (1683-1762) est le troisième directeur de l'Observatoire de Londres, successeur de Flamsteed et de Halley en 1742. On situe sa découverte en 1728, date à laquelle il a observé, identifié et expliqué le phénomène du déplacement des étoiles.

Parallaxe

La parallaxe qui nous intéresse ici est celle des étoiles. Notre planète, la Terre, décrit dans le plan de l'écliptique, en une année, une trajectoire pratiquement circulaire, dont le Soleil est le centre, et dont le rayon est environ 150 millions de kilomètres.

La parallaxe d'une étoile S (comme Sirius) est l'angle sous lequel on voit le rayon de l'orbite terrestre depuis l'étoile S . On voit le diamètre sous l'angle double. Symétriquement, pour l'astronome, la parallaxe est la moitié de la variation de la direction d'observation de l'étoile aux extrémités d'un diamètre, c'est-à-dire à 6 mois d'intervalle.

L'étoile Sirius est une étoile assez proche du Soleil, nous connaissons aujourd'hui sa distance au Soleil qui est environ 8,6 années-lumière. La parallaxe de Sirius est le quotient de 150 millions de kilomètres par 8,6 années-lumière, en prenant les mêmes unités. On obtient un angle de 2 milliardièmes de radians. On peut convertir en degrés, minutes et secondes d'arcs, où le tour complet, c'est 360 degrés (je reporte les calculs en fin de ce texte pour ne pas alourdir la lecture). La parallaxe de Sirius est environ 0,4 secondes d'arc. Des angles de l'ordre de quelques secondes étaient indétectables par les moyens des astronomes de l'époque de Bradley. Cependant, plusieurs astronomes crédibles, comme Hooke, avaient observé un mouvement des étoiles, de plusieurs secondes d'arc et, curieusement en sens inverse de ce qu'on attendait.

Parapluie

Voici l'idée de Bradley illustrée dans un domaine familier. Vous faites un trajet en voiture en ligne droite. Sur votre gauche, au loin, vous repérez un château d'eau. Après votre trajet, le château d'eau s'est déplacé vers l'arrière. Autre événement : la pluie se met à tomber, verticalement. Quand vous roulez, la pluie frappe le pare-brise avant et semble venir de devant.

Le premier phénomène, c'est la parallaxe : quand la Terre se déplace, la direction observée de l'étoile recule. Le deuxième phénomène, imaginé par Bradley, est appelé aujourd'hui *aberration de la lumière*. Au trajet de la lumière depuis l'étoile s'ajoute le trajet de l'observateur sur la Terre. Supposons une étoile à la verticale de l'observateur, la vitesse de la lumière est verticale et vaut c . Pendant ce temps, le déplacement de l'observateur, c'est le déplacement de la Terre à la vitesse v . La vitesse de la lumière n'était pas connue avec sûreté, nous prenons celle que nous connaissons, soit 300.000 kilomètres par seconde. La vitesse de la Terre sur son orbite est environ 30 kilomètres par seconde. Cela nous donne

une déviation (vers l'avant) de $1/10.000$ de radians, ou encore 20 secondes d'arc. Et cette variation était celle observée par Hooke.

Les étoiles bougent ?

Le phénomène de Bradley ne dépend pas de la distance de l'étoile. On voit les étoiles bouger en décrivant un genre d'ellipse ayant 40 secondes pour grand axe, ellipses de plus en plus aplaties quand on approche du plan de l'écliptique.

À l'époque, cette découverte confortait l'estimation de la vitesse de la lumière. Elle confortait aussi que la vitesse de la lumière n'est pas infinie. Elle confortait enfin que c'est bien la Terre qui tourne autour du Soleil et non l'inverse. Le pape Jean-Paul II est bien mal venu de déclarer en octobre 1992 (*) qu'aucun de ces points de référence, la Terre ou le Soleil, n'a plus l'importance qu'il présentaient à l'époque de Galilée.

Des astronomes comme Hipparque ou Tycho-Brahé n'avaient pas accès à des mesures de l'ordre de la seconde d'arc, et il n'ont pas adhéré aux théories héliocentristes de leurs contemporains Aristarque de Samos ou Copernic.

Nombres astronomiques

Les astronomes s'occupent de distances très grandes et ils utilisent des unités de longueur adaptées, l'unité astronomique (UA), l'année-lumière (AL) et le parsec (pc), dont nous allons parler.

L'unité astronomique est la distance entre la Terre et le Soleil, soit 150 millions de kilomètres.

L'orbite de la Terre est parcourue en une année, soit $365 \times 24 \times 3600 = 31.536.000$ secondes (de temps).

La vitesse de la Terre sur son orbite est $2\pi \times 150 \times 10^6 / 31.536 \times 10^6 = 29,885$ kilomètres par seconde, que nous approcherons par 30 kilomètres par seconde.

L'année-lumière, c'est la distance parcourue par la lumière en une année, soit 300.000 kilomètres multipliés par 31.536.000 secondes, soit 9460 milliards de kilomètres.

Pour les angles, 2π radians, c'est 360×3600 secondes d'arc, et inversement une seconde d'arc, c'est $\pi/648.000$ radians.

Le parsec, c'est la distance d'un astre pour lequel la parallaxe est une seconde d'arc. Il vaut donc $648.000/\pi$ unités astronomiques. Après calculs, le parsec, c'est 3,26 années-lumière, ou bien $30,85 \times 10^{12}$ kilomètres, trente millions de millions de kilomètres.

La déviation de Bradley, c'est le quotient v/c de la vitesse de la Terre par la vitesse de la lumière. $v/c = 30/300.000 = 1/10.000$ de radians. On multiplie par $648.000/\pi$ et on trouve environ 20 secondes d'arc.

Nous savons aujourd'hui que la distance de l'étoile Sirius au Soleil est environ 8,6 années-lumière. On convertit en $8,6/3,26 = 2,63$ parsec ; autrement dit, la parallaxe de Sirius est égale à $1/2,63 = 0,38$ secondes d'arc (c'est pratique le parsec).

(*) Discours devant l'Académie Pontificale, cité dans l'ouvrage *Galilée* de Claude Allègre, p.161