

Petite histoire de la parallaxe du Soleil

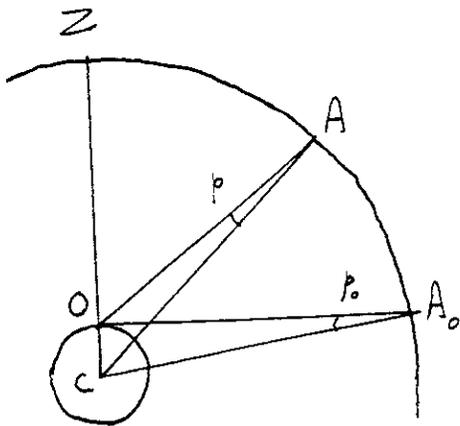
Ce n'est pas un roman d'amour, même si Vénus et Eros y interviennent, mais une histoire qu'on peut justement dire passionnante parce que s'y manifeste une passion commune aux astronomes de tous les pays et de tous les temps, celle de la précision, celle de la décimale supplémentaire... Une passion inextinguible !

Des mots

==== Entendons-nous, pour commencer, sur le sens des mots.

Je recopie, en la traduisant, la définition donnée dans le manuel de Russell, Dugan et Stewart (éd Ginn and Co, 1945 ; p.97) : "En général, le mot parallaxe signifie la différence entre la direction d'un objet céleste tel qu'il est vu par l'observateur O et tel qu'il serait vu à partir d'un point de référence convenu."

Cette définition générale entraîne que le mot parallaxe pour avoir une signification précise doit être accompagné d'un qualificatif. Ainsi la parallaxe diurne ou



géocentrique d'un astre A observé à partir d'un point O à la surface de la Terre est-elle la différence entre les directions OA et CA (C étant le centre de la Terre). Autrement dit l'angle  $\widehat{OAC}$ , c'est à dire la différence entre les angles  $\widehat{ZOA}$  et  $\widehat{ZCA}$ . (Z zénith de l'observateur O). Cette parallaxe diurne p est donnée par la formule

$$\sin p = \frac{CO}{CA} \sin z \quad (1)$$

où z est la distance zénithale de A pour O.

Il est tout de suite évident que cet effet de parallaxe est à considérer pour la Lune, le Soleil et les planètes, plus encore pour les satellites artificiels, mais qu'il est tout à fait négligeable pour les étoiles.

[Les raffinements de l'astronomie de position conduisent à écrire la formule (1) sous la forme

$\sin p = \rho \frac{r}{CA} \sin z$  avec  $CO = \rho r$ , r étant la rayon équatorial de la Terre et  $\rho$  un coefficient voisin de 1 qui dépend de la latitude de O. Voir la formule de  $\rho$

dans Astronomie Générale de Danjon, p.45, ainsique, dans le même ouvrage p.135, les précisions sur le calcul de la parallaxe en azimut, en hauteur et sur les facteurs de parallaxe en ascension droite et en déclinaison. Toutes choses fort importantes pour des mesures précises mais qui ne sont pas le sujet de cet article.]

La formule (1) montre que la parallaxe diurne est nulle pour une observation zénithale, qu'elle est maximale pour l'observation faite au lever ou au coucher de l'astre ( $z=90^\circ$ ), soit  $p_0$  appelée parallaxe horizontale équatoriale de l'astre, c'est à dire l'angle sous lequel de A est vu le rayon équatorial de la Terre :  $\sin p_0 = \frac{r}{CA}$  ; dans tous les cas où  $p_0$  est un très petit angle (exprimé en secondes d'arc) on écrit la valeur approchée

$$p_0 = 206\,265 \frac{r}{CA} \quad (2)$$

Dans la pratique, quand on dit "la parallaxe de la Lune est 57'" cela signifie que l'angle sous lequel on voit le rayon équatorial de la Terre depuis le centre de la Lune est 57' ou 3420". Dans le même sens, on dira :

la parallaxe du Soleil est 8",790 ± 0",001

Il s'agit bien entendu d'une valeur moyenne entre son maximum lorsque la Terre passe au périhélie et son minimum lorsqu'elle passe à l'aphélie.

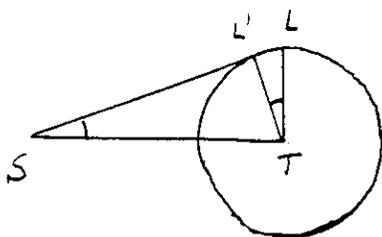
La mesure de la parallaxe du Soleil fournit la valeur de l'unité astronomique, distance moyenne de la Terre au Soleil; soit :  $1 \text{ ua} = 206\,265 \frac{r}{8,790}$

Avec le rayon équatorial de l'ellipsoïde de Clarke  $r = 6\,378\,388 \text{ m}$ , on trouve  $1 \text{ ua} = 149\,675\,000 \pm 17\,000 \text{ km}$

Mais comment est-on parvenu à cette précision ? C'est justement l'histoire passionnante que je voudrais raconter.

### Prolégomènes

=====  
Aristarque de Samos (environ 250 ans av J-C) ayant correctement évalué la distance Terre-Lune (60 rayons terrestres) avait tenté d'évaluer la distance du Soleil par une méthode originale (Cf Cahiers Clairaut N°1) :



consistait à mesurer l'angle  $\widehat{LTL}$  entre la direction de la Lune en quadrature ( $\widehat{STL} = 90^\circ$ ) et celle de la Lune en quartier ( $\widehat{SL'T} = 90^\circ$ ). Mesure délicate, en particulier pour apprécier exactement le moment

où la Lune est en quartier. Il trouvait  $\overset{\wedge}{\text{TLT}}' = 3^\circ$  (beaucoup trop puisque c'est moins de  $9'$ ). Le Soleil paraissait ainsi 19 fois plus éloignés que la Lune (au lieu de 390 fois selon les mesures modernes). Cela correspondait à une parallaxe du Soleil de  $3'$ .

Cette valeur a été utilisée par tous les astronomes jusqu'au XVII<sup>ème</sup> siècle. Seul Kepler, à partir des observations de Mars faites par Tycho Brahe, suggérait-il que cette parallaxe ne pouvait être supérieure à  $1'$ . Vers 1630, Wendelin, reprenant la méthode d'Aristarque mais observant la Lune en quartier avec une lunette, trouvait  $\text{TLT}' = 15'$ , douze fois moins qu'Aristarque, soit une parallaxe du Soleil de  $15''$  et une distance du Soleil 230 fois celle de la Lune.

Curieux personnage, ce Godefroy Wendelin, né le 3 juin 1580 aux Pays-Bas et que Pannekoeck latinise en Vendelinus. Il enseigna les belles-lettres à Digne (ce qui fit croire à certains que Gassendi fut son disciple), séjourna à Forcalquier avant de faire son droit et de devenir chanoine dans l'évêché de Tournai où il mourut. S'il eut le mérite de l'évaluation de la parallaxe citée plus haut, il eut aussi l'idée fautive de l'invariance des jours solaires vrais ; pourtant, même de son temps, on connaissait l'équation du temps et l'inégalité des jours solaires vrais. Cela n'empêchait pas Wendelin d'être estimé de savants tels que Gassendi et Boulliau, sans doute en raison d'un ouvrage où il avait réuni de très nombreuses observations d'éclipses de Lune.

Notons en passant que les dictionnaires consultés mentionnent Wendel, célèbre marchand de canons, mais ignorent Wendelin. Les Cahiers Clairaut se devaient de réparer cette omission regrettable.

Gassendiconnaissait-il l'évaluation de la parallaxe du Soleil par Wendelin ? En 1632, à Digne, il prit de nombreuses mesures de hauteur méridienne du Soleil en vue d'évaluer l'effet de la réfraction atmosphérique (en décembre, alors que la déclinaison du Soleil est voisine de son minimum). Pingré qui cite ces observations en critique les résultats : valeurs trop fortes de  $3$  à  $4'$  justement parce que Gassendi continuait à utiliser dans ses calculs une valeur très excessive de la parallaxe du Soleil ( $3'$ ).

## Richer à Cayenne

===== En 1671, la toute jeune Académie des Sciences de Paris, sur la proposition de Jean-Dominique Cassini, décide d'envoyer des expéditions lointaines pour mesurer des longitudes terrestres avec précision. La méthode choisie est d'exploiter l'observation des éclipses des satellites de Jupiter. Picard est ainsi allé au Danemark pour mesurer les coordonnées d'Uraniborg (et il en revint accompagné de Römer) pendant que Varin allait au Cap Vert, des pères Jésuites allaient au Cap et Jean Richer à Cayenne.

En dehors de ces mesures de longitudes qui intéressaient plus spécialement Colbert pour des raisons commerciales (elles conduisirent à présenter au roi, en 1682, un tracé de planisphère dessiné à l'encre sur le sol de la tour Ouest de l'Observatoire de Paris ; l'IGN n'existait pas...), l'expédition de Richer est plus connue par sa découverte relative à la forme de la Terre. En effet, en arrivant à Cayenne, Richer s'aperçut que son pendule, réglé à Paris pour battre la seconde, prenait du retard à Cayenne environ deux minutes par jour. Pour qu'il batte de nouveau la seconde, il fallait le raccourcir de  $1/380$  ème de sa longueur. Richer attribua ce fait à la force centrifuge due à la rotation de la Terre et qui diminue la gravité aux latitudes équatoriales. Toutefois, de retour à Paris, la diminution de la gravité due à la force centrifuge fut calculée plus exactement : elle était inférieure de  $1/580$  à celle mesurée par Richer. Huygens et Newton y virent l'indice que la Terre avait un renflement équatorial, contrairement aux affirmations des géodésiens français de l'époque qui croyaient la Terre allongée dans la direction des pôles (on sait que les expéditions de Laponie et du Pérou au XVIIIème siècle devaient confirmer la thèse de Newton). Pour Richer parti mesurer des longitudes et pour nous, partis raconter l'histoire de la parallaxe du Soleil, cette découverte sur la variation de  $g$  selon la latitude géographique est un épisode secondaire. Mais, dans un vrai roman, il n'y a pas que les personnages principaux, il y a les rôles obscurs comme dans l'histoire des grandes découvertes.

Cassini voulait profiter de la situation favorable de Mars à l'automne 1672 pour mesurer sa parallaxe qui serait environ trois fois celle du Soleil (la distance de Mars à la Terre étant alors de 0,37 ua). Richer reçut donc la mission complémentaire de mesurer la déclinaison de Mars et des étoiles apparemment voisines, pendant que Cassini effectuait les mêmes mesures à Paris. L'effet de parallaxe étant sensible pour Mars alors qu'il ne l'est pas pour les étoiles, la confrontation des mesures faites par Richer et par Cassini devait être significative. En fait, les différences mises en évidence étaient proches de la précision accessible avec les instruments de l'époque. Cassini en déduisit que la parallaxe de Mars dans la position considérée était inférieure à 25". Ce qui l'amena à présumer une parallaxe du Soleil de 9",5 (soit une distance du Soleil de 21700 rayons terrestres). Cette mesure devait être améliorée dans la suite, elle est à noter comme première mesure directe.

Aucun dictionnaire consulté ne donne la date de naissance de Jean Richer. C. Wolf dans son Histoire de l'Observatoire de Paris, l'ignore. Avec Picard, Richer mesura la hauteur méridienne du Soleil le 21 juin 1667, jour du solstice, pour obtenir avec précision la latitude géographique de l'emplacement du futur Observatoire de Paris. A sa création, l'Observatoire comptait trois astronomes titulaires : Auzout ("qui ne vint guère que le jour de l'inauguration", écrit Wolf), Picard et peu après Cassini (Jean-Dominique). Richer fut seulement aide-astronome jusqu'à sa mort en 1696.

Aucun rapport entre ce Richer, bon et obscur serviteur de la Science et l'avocat de même nom qui vécut au XVIII<sup>ème</sup> siècle et donna son nom à la rue mondialement célèbre des Folies Bergères !

La méthode de Cassini fut reprise avec moins de succès par Lacaille qui, de 1751 à 1753, observa le ciel austral à partir du Cap de Bonne Espérance. Sa mesure de la parallaxe de la Lune fut bonne : 57'5". Celles de Mars et de Vénus fort médiocres, les observateurs européens n'ayant pas apporté aux mesures de Lacaille l'intérêt qu'il fallait. Incident instructif : il ne suffit pas d'envoyer au loin un observateur méticuleux, il faut aussi une organisation bien coordonnée des participants éloignés les uns des autres...

K.MIZAR

(à suivre)