

COURRIER DES LECTEURS

Rappelons que nous souhaitons faire écho, dans cette rubrique, à toute question posée par un lecteur. Ou bien nous tâchons d'y répondre, ou bien nous sollicitons l'aide d'autres lecteurs. Ecrire à Gilbert Walusinski, 26 Bérengère, 92210 Saint-Cloud. J.P.ROSENSTIELH (Le Mans) a montré l'exemple en posant plusieurs questions puis en répondant à certaines d'entre elles.

Question 1 : Pourquoi reprocher à un calendrier de reproduire une information exacte (Cf Cahier Clairaut, n°1, p7)? (JPR)

Réponse : il est vrai que notre rédaction prête à la critique. Les calendriers usuels reproduisent partiellement l'information exacte et complète donnée par les éphémérides du Bureau des Longitudes. Celles-ci donnant l'équinoxe de printemps au 20 mars 1978 à 23h34 mn TU, les calendriers donnant les dates en temps civil auraient du écrire 21 mars 0h34.

Question 2 : Les éphémérides du B des L donnent les positions α, δ des principaux objets en fonction du temps. Existe-t-il des relations relativement simples du type $\alpha = \alpha_0 + f(t)$ qui permettent de dresser ces tables ? (JPR)

Réponse de B.MORANDO, astronome au Bureau des Longitudes:
"Le B des L donne les α et δ des astres du système solaire. Pour les calculer, on part des longitudes et latitudes de ces astres (le plan de référence est alors l'écliptique), qui sont des fonctions du temps extrêmement complexes sommes de polynomes du temps (de la forme $a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + \dots$) et d'un grand nombre de termes périodiques de périodes et d'amplitudes toutes distinctes. Il est donc impossible de donner des formules de la forme demandée sauf si l'on se contente d'une précision

très grossière."

Question 3 : Connaissant l'instant précis d'une occultation d'étoile par la Lune à Paris, comment peut-on calculer cet instant en un autre lieu ? Au Mans j'ai observé des décalages de plusieurs minutes. (J.P.R.)

Réponse de B.MORANDO : "L'instant du début d'une occultation d'étoile par la Lune ne se calcule pas aisément quand on connaît cet instant pour un autre lieu. En effet, pour calculer une occultation on se sert d'un plan perpendiculaire à la direction de l'étoile qui sera occultée. Dans ce plan, le centre de la Lune se projette en un point de coordonnées x et y fonctions du temps par l'intermédiaire de l'ascension droite, de la déclinaison et de la parallaxe de la Lune (on suppose fixes les coordonnées équatoriales de l'étoile) ; le lieu d'observation se projette en un point de coordonnées ξ et η fonctions du temps sidéral local et des coordonnées du lieu à la surface de la Terre. L'occultation commence quand

$$p = \sqrt{(x - \xi)^2 + (y - \eta)^2}$$

devient égal à k , k étant le rayon de la Lune (l'unité de longueur est le rayon de la Terre et alors $k = 0,27$ environ) Quand $p - k$ s'annule pour un lieu donné, il n'est pas nul pour un autre lieu. Il faut faire des calculs pour chaque lieu considéré indépendamment.

Si l'on veut étudier le phénomène pour l'ensemble de la Terre, il faut considérer à un instant donné le cylindre circonscrit à la Lune et dont les génératrices sont parallèles à la direction de l'étoile. Ce cylindre découpe à la surface de la Terre une courbe à l'intérieur de laquelle il

il y a occultation à l'instant considéré. Du fait de la rotation de la Terre et du mouvement de la Lune, cette courbe enveloppe une autre courbe à l'intérieur de laquelle il y aura occultation à un moment ou à un autre. Pour les points de la Terre situés sur cette enveloppe l'occultation est rasante."

Question 4 : A propos de l'équation du temps, 1°) Quels sont les phénomènes à l'origine de ce décalage entre le temps solaire moyen et le temps solaire vrai ? 2°) qui a trouvé pour la première fois cette "équation" ? (J.P.R.)

Notre réponse (partielle) : le mouvement apparent du Soleil sur l'écliptique n'est pas uniforme du fait de la loi des aires (Kepler II). L'obliquité de l'écliptique sur l'équateur entraîne d'autres inégalités. Pour définir un temps solaire moyen, on recourait jadis à la définition d'un "soleil moyen, mobile fictif situé sur l'équateur céleste et dont l'ascension droite croissait uniformément. A. Danjon (cf sa Cosmographie, éd Hatier 1948) remarque : "Il faut bien se garder de définir le soleil moyen comme un mobile dérivant l'équateur céleste d'un mouvement uniforme. Comme cela impliquerait l'existence d'une origine déterminée dans le plan de l'équateur, laquelle ne peut exister en raison de la précession des équinoxes, une telle définition n'a aucune signification. Le soleil moyen ne peut être défini correctement que par l'expression de son ascension droite."

Il est instructif de passer en revue ce que disent les textes anciens ou modernes du temps moyen, de l'équation du t : La Connaissance des temps de 1979 ignore cette dernière expression désuète : "Le temps moyen, en un lieu donné, se

déduit du temps vrai en ce lieu en retranchant de celui-ci la somme de ses inégalités séculaires et périodiques telles que la théorie les fournit. Le temps moyen serait donc, par définition, un temps uniforme dans la mesure où les théories de la rotation et de la translation de la Terre seraient correctes."

Les Ephémérides 1978 du B des L : "La somme des inégalités du temps solaire vrai porte le nom d'équation du temps. Si l'on débarrasse le temps solaire vrai de l'équation du temps on obtient le temps solaire moyen. La convention de signe adoptée dans la définition de l'équation du temps est telle que celle-ci est l'excès du temps solaire moyen sur le temps solaire vrai ; en d'autres termes, à midi moyen, l'angle horaire du Soleil est l'opposé de l'équation du temps." En regard, un graphique donne l'équation du temps de dix jours en dix jours.

Au cours de l'histoire, on ne fut pas toujours aussi précis. L'Annuaire 1890 du Bureau des Longitudes se contentait de : "Equation du temps : c'est la différence entre l'heure moyenne et l'heure vraie."

L'usage du mot "équation" au lieu de correction ou inégalité est sûrement antérieure au XVII^{ème} siècle. Dans le premier volume de la Connaissance des Temps (1679), on lit : "De la table des équations des horloges et pendules : Les Astronomes savent depuis plusieurs siècles que l'inégalité du vrai mouvement annuel, doit infailliblement causer quelque inégalité dans les tours que le Soleil nous paraît faire à l'entour de la Terre, mais ce n'est que dans notre temps

qu'on a pu s'en assurer par expérience depuis l'invention des pendules.

Il est constant que les mois de Novembre et de Décembre pris ensemble sont plus longs d'une demi heure et d'un demi quart d'heure que les mois de Septembre et d'Octobre, quoy qu'il y ait d'un côté et d'autre égal nombre de jours soit 61. Ainsi la pendule qui sera juste les deux premiers mois manquera d'une demi heure les deux derniers, et si l'on s'avisait de régler une pendule sur les 20 derniers jours de l'année, sans avoir égard à l'équation, elle retarderait au bout de l'année suivante de deux heures entières.

C'est pourquoi on a calculé la table pour sçavoir de combien une pendule doit avancer ou retarder plus ou moins que le Soleil pour avoir toute la justesse possible.

Exemples : 1^{er} janvier 1679 : avance 4 mn 42 s

14 mai : retard 4 mn 01 s etc ."

Hipparque, dès qu'il eut découvert la précession des équinoxes et inventé l'excentricité savait qu'il fallait corriger le temps vrai pour obtenir le temps moyen. Reste à savoir avec précision qui a introduit l'expression "équation du temps". Nos recherches se poursuivent.

Question 5 : J.P.ROSENSTIELH s'était posé la question du calcul de l'écart angulaire des directions de deux astres connaissant les coordonnées de ceux-ci. Lui-même répond à la question et en tire d'intéressantes remarques :

"La première formule de la trigonométrie sphérique donne l'écart θ de deux astres de coordonnées (α_1, δ_1) et (α_2, δ_2)

$$(1) \cos \theta = \cos \delta_1 \cos \delta_2 \cos(\alpha_2 - \alpha_1) + \sin \delta_1 \sin \delta_2$$

D'où le problème : une lunette(ou télescope)est munied'un oculaire réticulé ; l'entraînement est arrêté ; on amène l'un des fils du réticule de façon que l'étoile visée, par le fait du mouvement diurne, traverse le champ de la lunette en restant au voisinage du fil. Comment varie la durée du passage à travers le champ selon la déclinaison de l'astre ?

Dans la formule (1), on fait $\delta_1 = \delta_2 = \delta$
 $\cos \theta = 1 - \cos^2 \delta [1 - \cos (\alpha_2 - \alpha_1)]$

Par exemple, pour une durée de une heure, $\alpha_2 - \alpha_1 = 15^\circ$ d'où

(2) $\cos \theta = 1 - a \cos^2 \delta$ avec $a = 0,034074$; cet angle θ est l'angle sous lequel on voit les positions initiale et finale de l'astre au bout d'une heure, en fonction de sa déclinaison.

On peut ainsi calculer la durée T en secondes du passage, le champ de la lunette étant de 1° (avec $T = 3600/\theta$)

δ	0	10°	20	30	40	50	60	70
θ	15	14,77	14,09	12,98	11,47	9,63	7,48	5,12
T	240	243,7	255,5	277,3	313,8	373,8	481,3	703,5

Inversement, la formule (2) donne le champ en minutes si T est la durée en secondes du passage : champ = T/60 ; j'ai vérifiéces résultats avec mon télescope ; l'accord est très bon pour les déclinaisons inférieures à 50° ."

N.D.L.R. Nos vifs remerciements à B.MORANDO, J.L.HEUDIER et

J.P.ZAHN pour leurs contributions qui nous ont été précieuses pour rédiger cette rubrique. Que beaucoup d'autres lecteurs suivent le bon exemple de J.P.Rosenstielh et nous écrivent.