

ÉQUATION DU TEMPS ET SOLSTICES

David Alberto

Les solstices d'été et d'hiver se produisent généralement¹ les 21 juin et 21 décembre, respectivement. Dans l'hémisphère nord, au solstice d'été, la durée du jour est maximale (environ 16 heures à Paris), alors qu'elle est minimale le 21 décembre (8 heures environ).

On pourrait a priori penser que c'est à ces dates que les heures de lever et de coucher du Soleil atteignent des valeurs extrêmes, or il n'en est rien, comme le montre la figure 1.

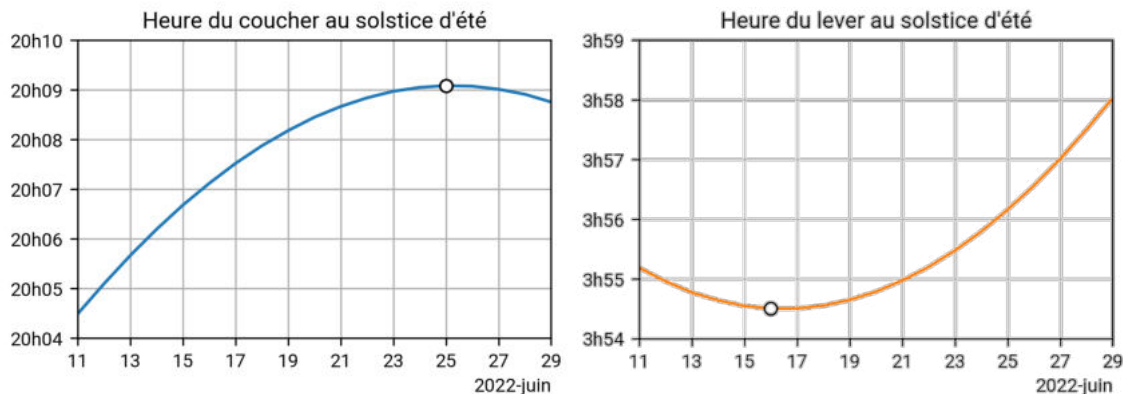


Fig.1 - Courbes des heures de lever et de coucher du Soleil, en juin 2022 (données éphémérides de l'IMCCE, pour la latitude 49,5°N et la longitude 0°, en Temps Universel). En juin, l'heure minimale de lever du Soleil se produit le 16 et non le 21. Le Soleil se couche le plus tard le 25.

L'explication est à trouver dans la distinction entre le temps solaire vrai et le temps moyen. Le temps solaire vrai définit « midi » comme l'instant de passage du Soleil au méridien. C'est le temps indiqué par la plupart des cadrans solaires. Mais en réalité, dans sa course apparente autour de la Terre, le Soleil ne se déplace pas constamment à la même vitesse. De plus, son mouvement annuel s'inscrit dans le plan de l'écliptique, alors que l'heure est définie dans le plan de l'équateur. L'avènement des horloges mécaniques a obligé à définir pour notre heure légale un temps régulier, ou temps moyen. On imagine donc un soleil fictif, se déplaçant dans le ciel à vitesse constante ; ce soleil fictif est parfois en retard, parfois en avance sur le Soleil vrai. Le décalage résultant de deux causes précédentes est l'équation du temps (figure 2)

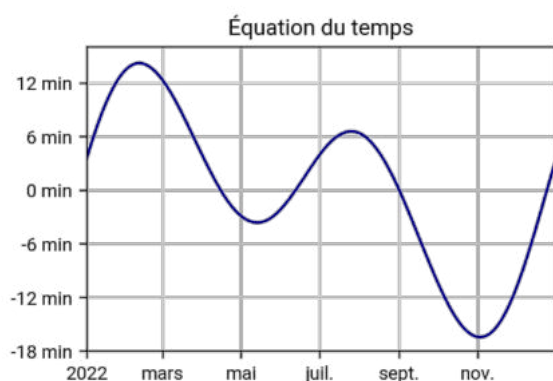


Fig.2 - L'équation du temps varie de +14 min à -16 min durant l'année. Quand elle est positive, le temps solaire vrai est en retard sur le temps moyen, et inversement. Elle n'évolue que très lentement au fil des décennies.

Les heures en Temps Universel données par la Fig.1 se réfèrent à ce temps moyen et non à la position réelle du Soleil. On peut le constater en observant les heures de passage du Soleil au méridien (Fig.3 page suivante).

¹ Voir https://www.imcce.fr/newsletter/medias/2022/06/docs/Solstice_ete_2022.pdf

$$T_{\text{légale}} = \text{UTC} + F_{(1 \text{ h ou } 2 \text{ h})}$$

avec :

UTC : Temps Universel Coordonné
 F : correction de fuseau horaire

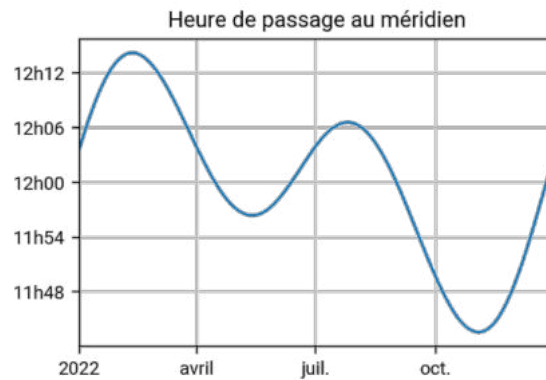
$$T_{\text{solaire vrai}} = \text{UTC} - \text{EdT} - L$$

avec :

EdT : équation du temps
 L : correction de longitude

Relations relations entre le temps légal en France, le Temps Universel Coordonné et le temps solaire vrai.

Fig. 3 - L'heure de passage du Soleil au méridien se produit tantôt avant, tantôt après le midi en Temps Universel. En soustrayant 12 heures à ces valeurs, on obtient la figure 2.



Les courbes présentées ici ont été calculées pour la longitude 0° , donc une correction de longitude $L = 0$.

À partir des courbes de lever et coucher de l'IMCCE, on peut retrancher l'équation du temps, pour obtenir ce que donneraient ces heures en temps vrai. (Fig.4 et 5).

On constate que le minimum de la courbe de lever se produit effectivement le 21 juin. Mais puisque l'équation du temps augmente tout au long du mois de juin, la courbe de lever en temps moyen est déformée et commence à augmenter dès le 16, jour où le Soleil se lève le plus tôt. Pour la courbe de coucher, la même cause entraîne un report du maximum de la courbe depuis le 21 vers le 25 juin.

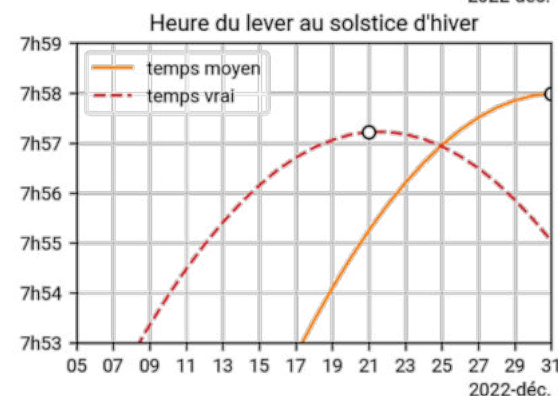
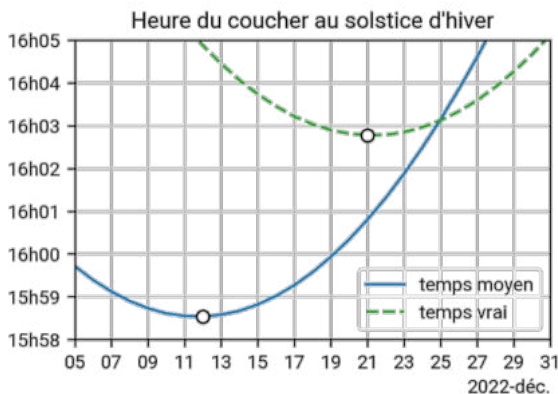


Fig.5 - Au voisinage du solstice d'hiver (conditions identiques à celles de la Fig.4). L'équation du temps est négative et augmente pour s'annuler le 25 décembre. En temps vrai, les extrema des courbes se produisent le 21 décembre, mais l'équation du temps décale le maximum du lever au 31 décembre, et le minimum du coucher au 12 décembre.

L'heure du coucher en 2022 est maximale à la fois le 20 et 21 juin. Comme entre ces dates l'heure de lever diminue légèrement (de 1,8 secondes !), la durée du jour est bien maximale le 21.

En résumé, les solstices sont bien les dates où les durées du jour atteignent des valeurs extrêmes.

En ce qui concerne les heures de lever et de coucher du Soleil, les valeurs extrêmes sont atteintes quelques jours avant ou quelques jours après la date des solstices, ce décalage s'expliquant par l'équation du temps.

DONNÉES UTILISÉES : les calculs d'éphémérides ont été réalisés par l'outil de calcul des éphémérides de l'IMCCE à travers son portail Système solaire <https://ssp.imcce.fr>.

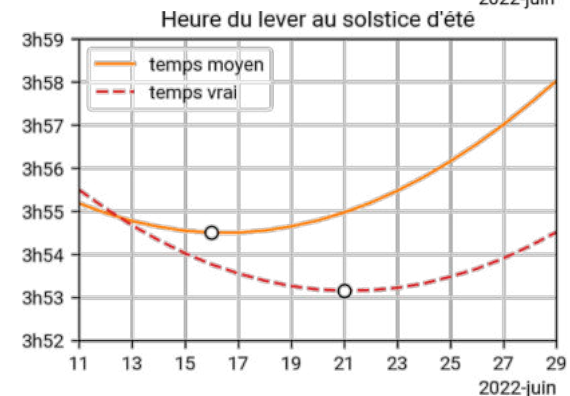
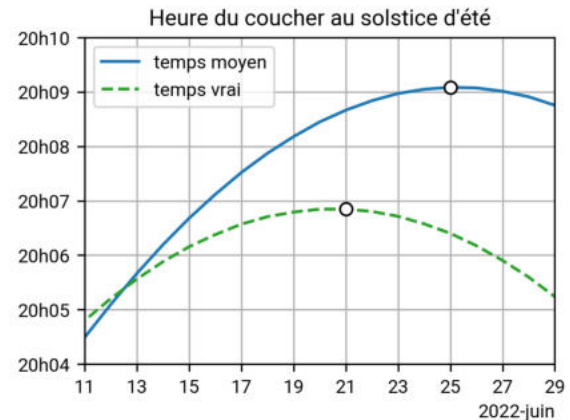


Fig.4 - Heures de lever et de coucher du Soleil autour du solstice d'été (longitude 0°), en Temps Universel («temps moyen») et après avoir retranché l'équation du temps («temps vrai»).

Professeur de physique-chimie en lycée, David Alberto s'est lancé dans l'astronomie à l'occasion d'une école d'été du CLEA, et développe le site www.astrolabe-science.fr dont la partie « Cadrans solaires » intéressera les lecteurs de ce magazine !