

Question de temps



Michel Llibre
Club d'astronomie de Quint-Fonsegrives
2022

Temps civil

Utilisé pour repérer les évènements journaliers de l'activité humaine :

- Le **temps universel** lié à la rotation de la Terre par rapport au Soleil *moyen*, tel que 12 h T.U corresponde approximativement à midi sur le méridien de Greenwich. Plusieurs variantes : UT0, **UT1**, UT1R, UT2... Il présente des *irrégularités* imprévisibles à cause des marées, des tremblements de Terre...
- Le **temps universel coordonné** : **UTC version lissée** de UT1.
 - suit le TAI : $UTC - TAI = N$ secondes, N entier
 - s'écarte du T.U. de moins d'une seconde :
$$| UTC - UT1 | < 0.9 \text{ secondes}$$
 - UTC est modifié par une seconde intercalaire certains 1^{er} janvier ou juillet quand nécessaire.

Calendriers Julien

Pour repérer les événements de l'activité humaine dans le temps (jour, mois, ans...) :

- Instauré en 46 av. J.-C par Jules César.
- Année moyenne de 365,25 jours constituée de trois années normales de 365 jours et une année bissextile de 366 jours les ans multiples de 4.
- Il est toujours utilisé en particulier de dater les événements antérieurs des antiquités grecques, égyptiennes, babyloniennes..

Calendriers Grégorien

- Année moyenne de 365,2425 jours réalisée en retranchant du calendrier julien certaines années bissextiles : les années multiples de 100, mais pas de 400.
- Appliqué à différentes époques dans le monde :
 - catholique romain : saut du 4 au 15 novembre 1582 (bulle Inter gravissimas du pape Grégoire XIII)
 - France : saut du 9 au 20 décembre 1582 (roi Henri III)
 - Angleterre : saut du 2 au 14 septembre 1752 (Calendar New Style Act 1750 sous Elisabeth 1^{re})
 - Russie : saut du 31 janvier au 14 février 1918 (décret du Conseil des commissaires du peuple)
 - Grèce : saut du 15 février au 1^{er} mars 1923 (révolution du 11 septembre 1922).
- Le nouvel an orthodoxe 2023 aura lieu le 14 janvier 2023.

Jours juliens

Décompte du nombre de jours *décimaux* écoulés depuis le 1^{er} janvier 4713 av. J.-C. à 12h TU (date de l'antiquité extrapolée avec le calendrier julien) :

- le 1^{er} janvier de l'an -4712 à 12 h TU : jour julien **0**.
- le 1^{er} janvier de l'an 0001 à 0 h TU : jour julien **1721423,5**
- le 1^{er} janvier de l'an 0001 à 12 h TU : jour julien 1721424.
- le 1^{er} janvier de l'an 2000 à 0 h TU : jour julien 2451544,5
- le 1^{er} janvier de l'an 2000 à 12 h TU : jour julien **2451545** appelé **J2000**.
- Remarque :
 - valeur décimale 0.5 pour 0h TU et valeur entière pour 12 h TU
 - $1721424 = 4713 \times 365 + \wedge(4713/4)$

Heure Posix

L'heure **Unix** ou heure **Posix** (norme de l'Institute of Electrical and Electronics Engineers : IEEE) :

- Pseudo décompte des secondes écoulées depuis le 1er janvier 1970 à 0h TU.
- Pseudo car liée au temps UTC qui saute les secondes intercalaires. Les durées à cheval sur l'ajout (ou le retrait) d'une seconde intercalaire sont fausses d'une seconde.
- Disponible via les fonctions **time**, **date**, **gettimeofday**...
- L'origine du temps **Posix** correspond au jour julien **2440587,5**.

Les Ticks

DateTime.Tick (Microsoft...) : Décompte en hectonanosecondes (ou decimicrosecondes) du temps écoulé depuis le 1^{er} janvier an 1 à 0h TU du *calendrier grégorien* (qui n'existait pas à cette époque).

- L'origine du **DateTime.Tick** correspond au jour julien **1721425.5** c'est-à-dire au 3 janvier an 1 à 0h TU du calendrier julien (et non pas au 1^{er} janvier an 1 du calendrier julien).
- Les ticks ne prennent pas en compte l'ajout ou retrait d'une seconde intercalaire. Les durées calculées à cheval sur une seconde intercalaire sont fausses.
- Ils sont utilisés comme horodatage dans les fichiers vidéo SER...

Temps terrestre - temps des éphémérides

- Le temps qui apparaît dans les équations de Kepler de la mécanique céleste est un *temps continu* qui était appelé temps des éphémérides (T.E.).
- La relativité induit des définitions complexes dépendant du référentiel utilisé :
 - géocentrique (TDT puis TCG)
 - barycentre système solaire (TDB puis TCB,...).
- Actuellement, dans un système géocentrique on utilise le temps terrestre T.T. :

$$T.T. = T.A.I. + 32.184 \text{ s}$$

en avance de 32.184 s sur le temps atomique international

Le Delta T

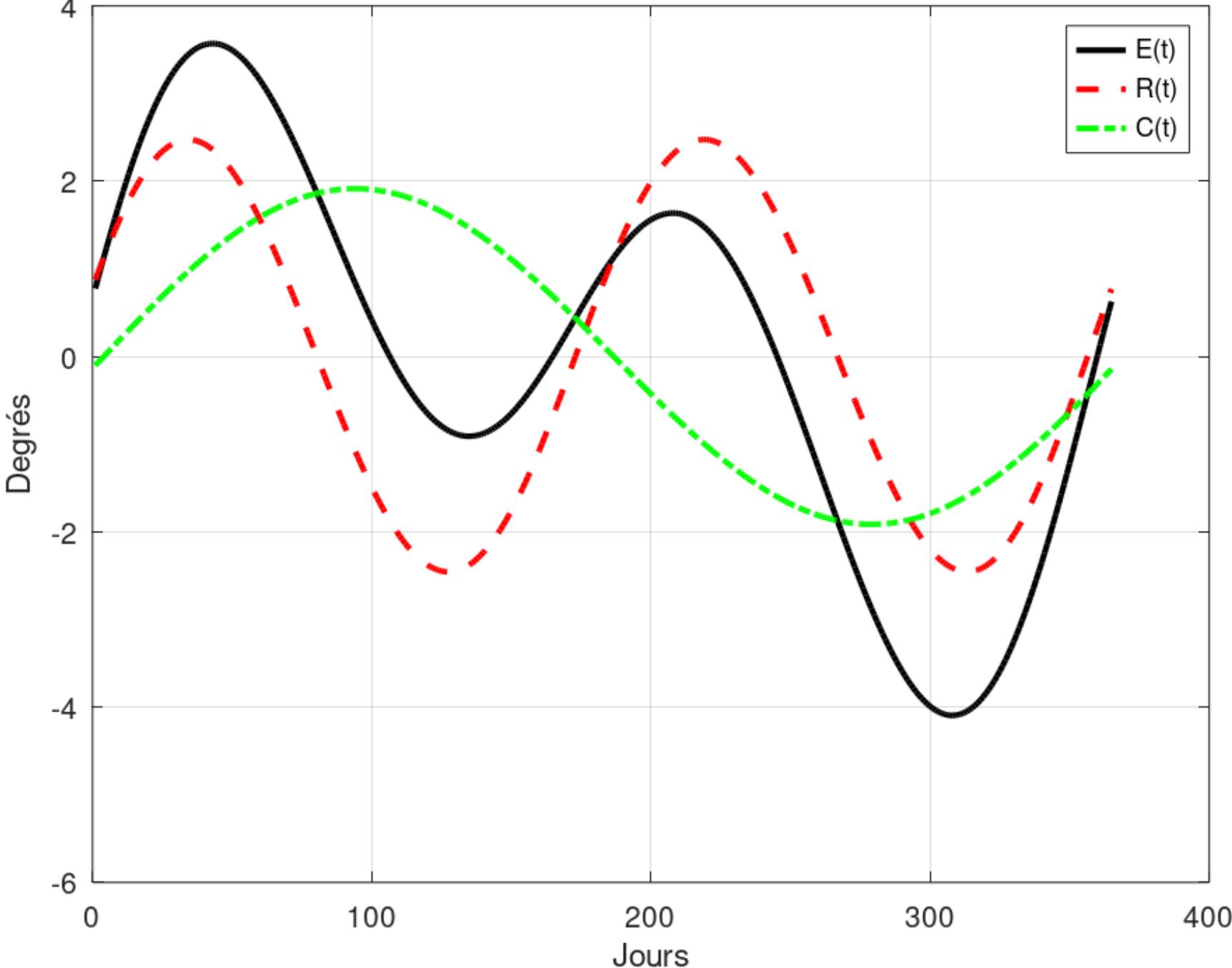
- Le retard du temps universel TU sur le temps des éphémérides T.T. est appelé ΔT :
$$\Delta T = TT - TU$$
- Il était de 62.8 secondes le 1/1/2000 et actuellement (2023) de l'ordre de 69 s : Actuellement la vitesse de rotation de la Terre diminue.
- ΔT permet de traduire en temps civil (TU puis UTC) les résultats des calculs astronomiques qui fournissent des T.T (heures des éclipses...).
- Inversement, les dates et heures des éclipses passées permettent d'estimer ΔT :
 - 10,5 secondes en 1910 : ΔT a augmenté d'une minute en un siècle.
 - 7 à 8h en -1000 : ΔT a diminué d'environ $2h\frac{1}{2}$ par millénaire. La vitesse de rotation de la Terre a augmenté !! Mystère !

Temps solaire **vrai** et équation du temps

- L'heure civile est basée sur un soleil **moyen fictif qui parcourt l'équateur à vitesse constante** alors que le soleil **vrai parcourt l'écliptique à vitesse variable** (à cause de l'excentricité de la trajectoire).
- La différence de hauteur entre le soleil vrai et le soleil fictif induit un écart de vitesse qui se traduit par un écart temporel appelé **la réduction à l'équateur : $R(j)$** .
- La variation de vitesse angulaire induite par la variation de distance au centre du Soleil vrai (loi des aires) se traduit par un écart temporel appelé **l'équation du centre : $C(j)$** .
- La somme de ce deux écarts est appelée **l'équation du temps :**

$$E(j) = AH_{\text{SolMoy}} - AH_{\text{SolVrai}} = R(j) + C(j)$$

Equation du temps : h moyenne - h Soleil (s)



L'analemmme (de Serge Bertorello)

$E(j)$ représente le retard du soleil vrai.

On voit qu'il est maximum aux environs du 1er février et du 1er août (effectivement en retard)

Et il est minimal le 15 mai et 1er novembre (où il est en avance).

