

Évolution des dates des saisons dans le calendrier grégorien de 1583 à 2999

P. ROCHER, © INSTITUT DE MÉCANIQUE CÉLESTE ET DE CALCUL DES ÉPHÉMÉRIDES – OBSERVATOIRE DE PARIS

Le calendrier grégorien

Le calendrier grégorien est un calendrier solaire, il a pour but de garder les dates des saisons fixes dans l'année calendaire. C'est une chose qui n'est pas parfaitement réalisable car la durée de chaque saison n'est pas constante en raison de la loi des aires, du mouvement de la ligne des apsides de l'orbite terrestre (ligne joignant le périhélie et l'aphélie de l'orbite terrestre) et des variations de l'excentricité de l'orbite terrestre. Tout au plus est-on capable d'éviter une dérive de la date des saisons dans le calendrier. Pour cela on crée une année calendaire moyenne proche de l'année tropique moyenne, cette année tropique moyenne n'étant pas elle-même constante dans le temps.

L'année tropique moyenne est le temps que met le barycentre Terre-Lune pour faire une révolution autour du Soleil dans un repère tournant lié à la ligne des équinoxes, c'est donc la période liée à la différence entre la longitude moyenne du barycentre Terre-Lune et la précession des équinoxes. Cette période est indépendante de l'origine choisie. Elle est différente du temps moyen que met le barycentre Terre-Lune pour aller d'un équinoxe de printemps à l'autre. En effet la vitesse du barycentre Terre-Lune sur son orbite n'est pas uniforme, elle obéit, en première approximation, à la seconde loi de Kepler, donc le temps moyen mis pour aller d'un équinoxe de printemps à l'autre n'est pas égal au temps moyen qui sépare deux équinoxes d'automne et il en est de même pour les solstices d'hiver et d'été.

Si on exprime cette année tropique moyenne en jours solaires moyens (échelle de temps non uniforme basée sur la rotation terrestre – Temps universel *UT*), ce qui indispensable si l'on compte en jours calendaires basés sur la révolution terrestre, on a :

$$A'_m(u) = 365,2421789 j - 135,63 \cdot 10^{-6} u - 0,068 \cdot 10^{-6} u^2 + 263 \cdot 10^{-9} u^3 + 3,2 \cdot 10^{-9} u^4 \quad (1)$$

u est compté en Temps universel en milliers d'années juliennes de 365250 jours (de temps universel) depuis le premier janvier 2000.

Si l'on néglige les variations de l'année tropique, le calendrier solaire doit donc approcher aux mieux la valeur de 365,2421789 jours (valeur pour l'an 2000).

Le calendrier julien, comprenant une année bissextile tous les quatre ans, a une moyenne calendaire de 365,25 jours. Valeur trop forte par rapport à l'année tropique moyenne. Ce qui explique la dérive des saisons (vers le début de l'année) dans le calendrier julien.

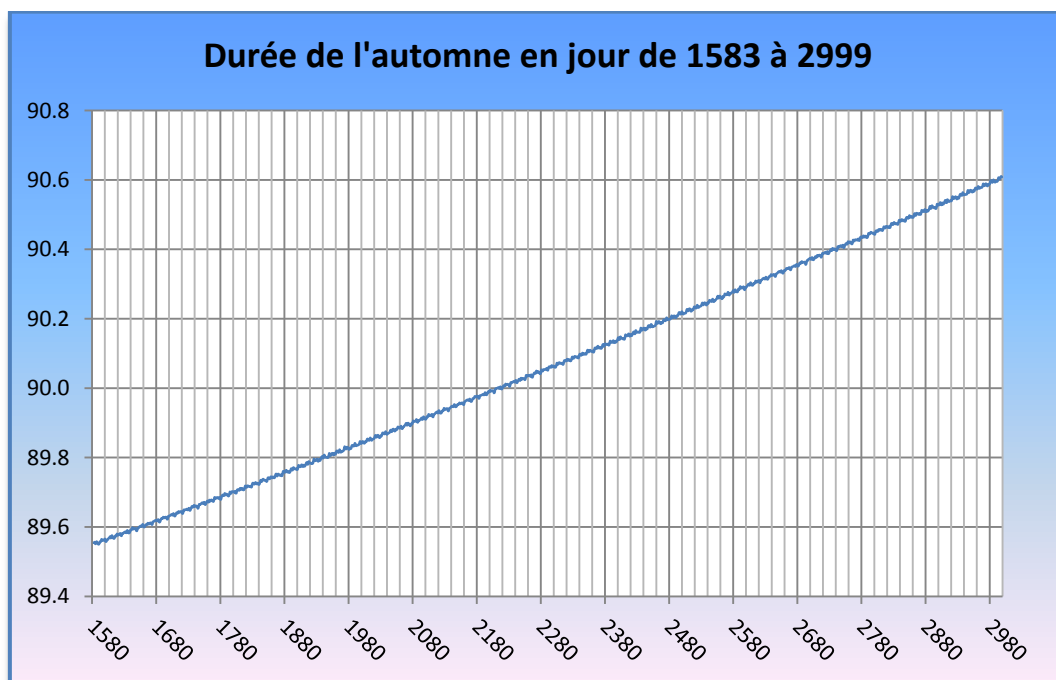
La réforme grégorienne de 1582 supprime trois années bissextiles sur une période de 400 ans, ce qui fait 97 années bissextiles en 400 ans soit une année calendaire moyenne de 365,2425 jours. Cette valeur est encore un peu supérieure à l'année tropique moyenne. Ce qui explique

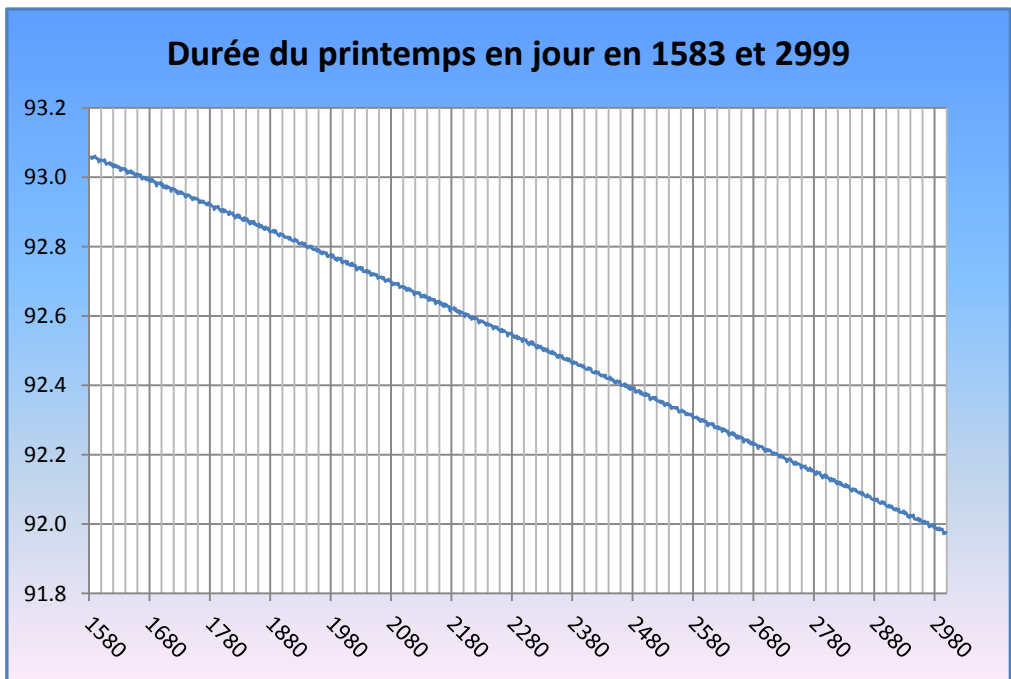
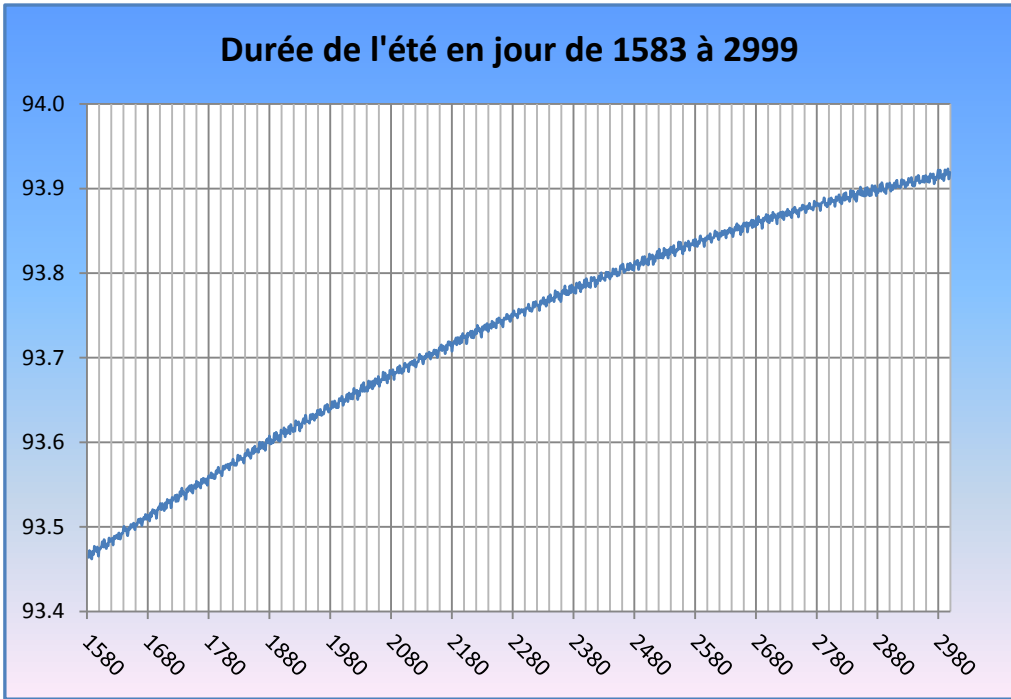
que les dates des saisons vont encore dériver en moyenne faiblement (toujours vers le début de l'année) dans le calendrier grégorien. Mais il ne faut pas confondre la dérive du calendrier due à sa mauvaise approximation de l'année tropique moyenne et les fluctuations des dates des saisons dues aux variations de la durée des différentes saisons ; cette variation suit un cycle d'environ 21000 ans. Par exemple, entre la création du calendrier grégorien et l'année 2999, la durée du printemps diminue constamment et passe de 93 jours 1h 25m 34,18s en 1583 à 91 jours 23h 26m 24,64s en l'an 2999.

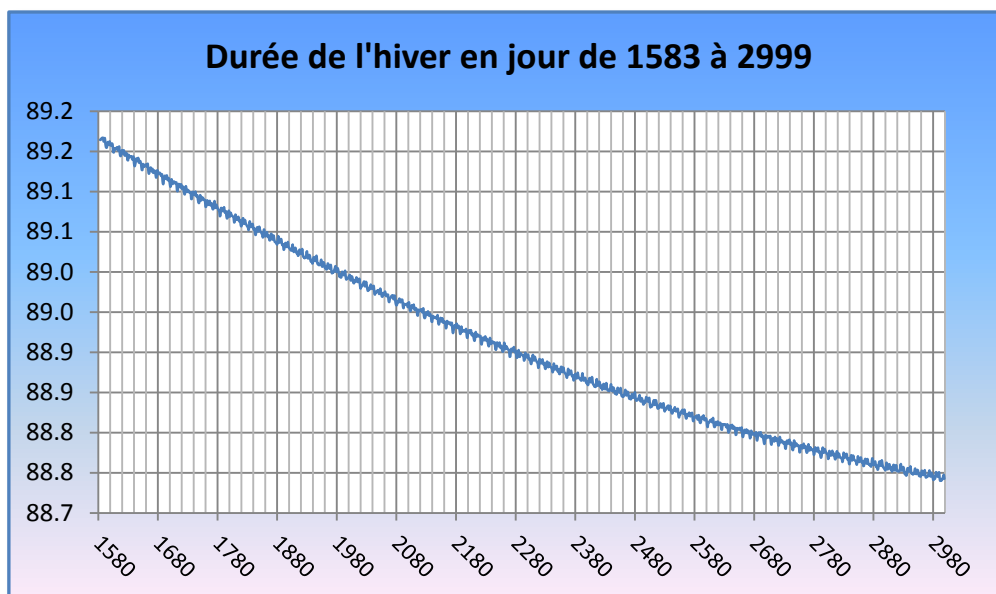
Durée des saisons	En 1583	En 2999	Variation de durée
Hiver	89 jours 03h 56m 55,91s.	88 jours 17h 49m 20,92s.	-10h 7m 34,99s
Printemps	93 jours 01h 25m 34,18s.	91 jours 23h 26m 24,64s.	-1 jour 1h 59m 9,54s
Été	93 jours 11h 07m 53,57s.	93 jours 22h 03m 58,50s.	10h 56m 4,93s
Automne	89 jours 13h 18m 10,06s.	90 jours 14h 35m 41,72s.	1 jour 1h 17m 31,66s

Tableau I : variation de la durée des saisons entre 1583 et 2999

Comme on le voit sur le tableau ci-dessus, le mouvement de la ligne des apsides et les variations de l'excentricité dues aux perturbations planétaires se traduisent, sur cette période de temps, par une augmentation de la durée de l'été et de l'automne et une diminution de la durée de l'hiver et du printemps.







La dérive des saisons due à la mauvaise approximation de la valeur de l'année tropique dans le calendrier sur la même période est de l'ordre de $-10\text{h } 54\text{m } 44\text{s}$.

Variation de la date des saisons

Sur la même période les quatre tableaux suivants donnent les variations des dates des saisons dans le calendrier grégorien.

Siècle	Nombre de solstices le 20 décembre	Nombre de solstices le 21 décembre	Nombre de solstices le 22 décembre	Nombre de solstices le 23 décembre
XVI (de 1582 à 1600)		11	8	0
XVII	10	83	7	0
XVIII	0	75	25	0
XIX	0	47	53	0
XX	0	22	77	1
XXI	5	82	13	0
XXII	0	65	35	0
XXIII	0	38	62	0
XXIV	0	17	79	4
XXV	3	80	17	0
XXVI	0	59	41	0
XXVII	0	33	67	0
XXVIII	0	15	80	5
XXIX	2	78	20	0
XXX (de 2900 à 2999)	0	57	42	0

Variation de la date du solstice d'hiver de 1583 et 2999.

Siècle	Nombre d'équinoxes le 19 mars	Nombre d'équinoxes le 20 mars	Nombre d'équinoxes le 21 mars
XVI (de 1583 à 1600)	0	13	5
XVII	16	80	4
XVIII	5	81	14
XIX	0	66	34
XX	0	43	57
XXI	20	78	2
XXII	7	82	11
XXIII	0	71	29
XXIV	0	49	51
XXV	24	76	0
XXVI	8	85	7
XXVII	1	76	23
XXVIII	0	55	45
XXIX	30	70	0
XXX (de 2900 à 2999)	12	81	6

Variation de la date de l'équinoxe de printemps de 1583 et 2999

Siècle	Nombre de solstices le 19 juin	Nombre de solstices le 20 juin	Nombre de solstices le 21 juin	Nombre de solstices le 22 juin
XVI (de 1583 à 1600)	0	0	11	7
XVII	0	17	79	4
XVIII	0	7	81	12
XIX	0	2	77	21
XX	0	0	64	36
XXI	0	47	53	0
XXII	0	31	69	0
XXIII	0	19	77	4
XXIV	0	10	80	10
XXV	3	78	19	0
XXVI	0	66	34	0
XXVII	0	52	48	0
XXVIII	0	37	63	0
XXIX	21	77	2	0
XXX(de 2900 à 2999)	12	80	7	0

Variation de la date du solstice d'été de 1583 et 2999

Siècle	Nombre d'équinoxes le 21 septembre	Nombre d'équinoxes le 22 septembre	Nombre d'équinoxes le 23 septembre	Nombre d'équinoxes le 24 septembre
XVI (de 1583 à 1600)	0	4	14	0
XVII	0	61	39	0
XVIII	0	41	59	0
XIX	0	22	76	2
XX	0	10	82	8
XXI	2	76	22	0
XXII	0	60	40	0
XXIII	0	40	60	0
XXIV	0	24	75	1
XXV	11	82	7	0
XXVI	4	77	19	0
XXVII	0	66	34	0
XXVIII	0	49	51	0
XXIX	31	69	0	0
XXX (de 2900 à 2999)	17	78	4	0

Variation de la date de l'équinoxe d'automne de 1583 et 2999

Ces quatre tableaux montrent que les dates des équinoxes et du solstice d'été glissent lentement vers le début de mois et que la date du solstice d'hiver se déplace lentement vers la fin du mois. Ce phénomène est lié aux variations de la durée des différentes saisons combinées à la dérive de la date des saisons dans le calendrier.

Ils mettent également en évidence les lacunes du comput grégorien et les à-coups générés par le cycle de 400 ans.