

À propos des années bissextiles

Françoise Suagher ⁽¹⁾

Professeur certifié de mathématiques, présidente de l'Association Astronomique de Franche-Comté

Cet article nous relate les nombreuses tribulations des calendriers. Il explique pourquoi le dieu Janus a deux têtes, pourquoi les Romains évitaient les nombres pairs, qu'elle est l'origine de l'expression année bissextile, pourquoi la date de Pâques avait tendance à dériver et enfin pourquoi Béatrice, la nièce de frère Jacques, n'a jamais pu fêter ses 10 ans.

Nous savons tous qu'il y a une année bissextile tous les 4 ans et que celle-ci a lieu lorsque le millésime est divisible par 4. Ainsi 2012 (4×503) sera bissextile, le mois de février aura 29 jours et l'année 2012 en comptera 366. Nous allons essayer de comprendre ce qui se cache derrière ce phénomène, nous demander s'il en a toujours été ainsi et si non depuis quand. Pour cela, nous allons imaginer 3 personnes, qui vivent à des périodes clés du calendrier et qui vont nous raconter ce qui s'est passé à leur époque.

Octavius vit en l'an 707 de la fondation de Rome.

Du calendrier de Numa au calendrier julien

Octavius est un jeune homme qui vit à Pompéi. Il se prépare à faire le même métier que son père, c'est à dire peindre des fresques dans les magnifiques villas de la cité. À cette époque, l'année comporte 12 mois et comptabilise 355 jours.

Elle a été copiée sur le calendrier grec, un calendrier lunaire dans lequel l'année dure $29,5 \times 12$ soit 354 jours. L'année commence le 1^{er} mars (Martius) et se déroule ainsi : Martius 31 jours, Aprilis 29, Maius 31, Junius 29, Quintilis (le cinquième) 31, Sextilis (le sixième) 29, September (le septième) 29, October (le huitième) 31, November (le neuvième) 29, December (le dixième) 29, Januarius 29, Februarius 28. Octavius est très étonné que les mois n'aient pas tous le même nombre de jours et que certains mois se rapportent à des divinités romaines alors que d'autres sont des numéros. Ce ne sont pourtant pas les personnages de la mythologie romaine qui manquent ! Il sait bien que Mars est le nom du dieu de la guerre, que Junon, fille de Saturne est l'épouse de Jupiter et la déesse du

mariage, que Februus est le dieu des morts et de la purification. Cependant, il a été obligé de questionner ses parents pour apprendre que Maïa est la mère de Mercure, le messager céleste et que Janus est un dieu à deux têtes, l'une qui regarde vers le passé et l'autre qui regarde vers l'avenir.

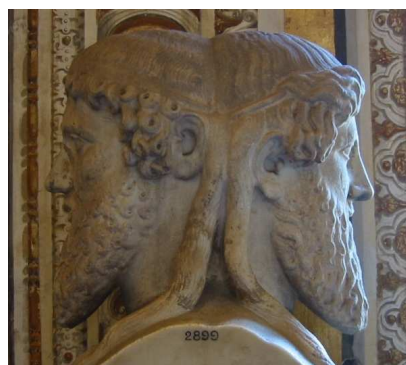


Fig.1. Janus, dieu à deux têtes, a donné son nom au mois de janvier.

Par contre, personne n'a vraiment pu lui dire pourquoi le second mois de l'année s'appelait Aprilis... Il s'étonne également de voir que tous les mois sauf le dernier de l'année ont un nombre impair de jours, mais on lui a dit que c'était parce que seuls les nombres impairs plaisent aux dieux. Il est bien triste d'être né au mois de Februarius, et qui plus est dans les derniers jours du mois. En effet, à cette période dédiée aux morts, les femmes défilent dans les rues en pleurant les disparus pendant près d'une semaine. Si seulement il était né au moment des Saturnales, à la mi-décembre, ces grandes fêtes où l'on se déguise et où l'on fait les fous pendant plusieurs jours. Il se console cependant en se disant que cela aurait pu être pire s'il était né pendant le mois de Mercedonius, ce mois intercalaire, qu'on rajoute normalement une année sur 3 avant la dernière semaine de février. Il n'aurait pu fêter son anniversaire que de temps en temps, car ce fameux

(1) Françoise Suagher est aussi l'auteure avec JP Parisot du livre *Calendriers et chronologie* aux éditions Masson.

mois est sujet à toutes les fantaisies. Selon le bon vouloir des autorités on décide parfois de ne pas l'introduire, ou alors d'en mettre deux de suite pour avoir le temps de régler des situations politiques délicates. Il l'a échappé belle...

Mais Octavius, curieux de tout, a appris que Jules César, conscient que le calendrier est source de corruption, envisage une réforme de ce dernier et désire connaître la durée exacte de l'année des saisons (l'intervalle entre deux équinoxes de printemps par exemple). La tâche a été confiée à un savant du nom de Sosigène qui vit en Égypte, à Alexandrie. Ce dernier a utilisé la variation annuelle de la longueur de l'ombre d'un obélisque, à midi.

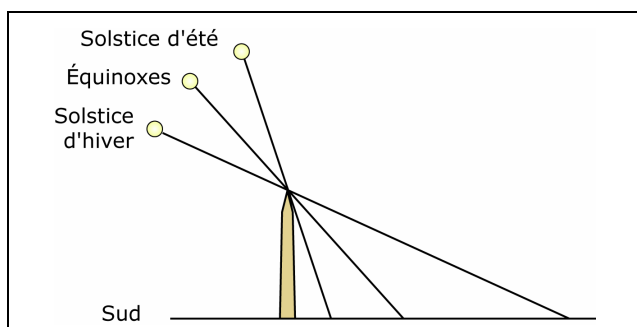


Fig.2. Variation de la longueur de l'ombre à midi en fonction de la date.

Il a trouvé que l'année dure $365 \frac{1}{4}$ jours et déterminé que l'équinoxe de printemps a lieu le 25 mars. À partir de là, les sages décident de modifier et recalculer le calendrier par rapport aux saisons pour que les Saturnales aient lieu peu avant le solstice d'hiver. En cette année 707 de la fondation de Rome, Octavius n'y comprend plus rien : l'année n'en finit pas... déjà plus de 400 jours. En fait, elle va durer 455 jours, on l'appellera plus tard "l'année de la confusion". Cette fois, Octavius va utiliser un calendrier solaire, dans lequel les saisons auront lieu à dates fixes. Mais il faut qu'il s'habitue, car les 10 jours qui ont été distribués à certains mois bousculent ses habitudes et un jour supplémentaire remplace le mois de Mercedonius tous les 4 ans. De plus, maintenant, l'année commence le 1^{er} janvier, lors de la prise en charge des consuls (l'équivalent de notre rentrée parlementaire), et le mois d'October (le huitième) est maintenant le dixième mois de l'année. Il fallait oser...

Voici donc le nouveau calendrier dit julien en mémoire de Jules César, responsable de la réforme : Januarius 31 jours, Februarius 28 ou 29 jours, Martius 31, Aprilis 30, Maius 31, Junius 30, Quintilis 31, Sextilis 31, September 30, October 31, November 30, December 31 (nous reconnaissons notre année actuelle, la seule différence concerne

les cinquième et sixième mois qui sont encore des numéros).



Classical Numismatic Group, Inc.

Fig.3. Denier de César émis en 44 av. JC, dans les premières années du calendrier julien (on reconnaît, à droite, Vénus tenant une victoire).

Le 29^e jour de février

Il nous faut cette fois apprendre à nommer les jours du mois comme on le faisait à la période d'Octavius. On ne comptait pas positivement à partir du début du mois comme on le fait maintenant, mais on le faisait de façon soustractive par rapport à des jours particuliers du mois liés à la Lune, en souvenir du calendrier lunaire. Le premier jour du mois c'est les calendes. En milieu de mois, il y a les ides (à proximité de la pleine Lune). Neuf jours avant les ides, il y a les nones (peu avant le premier quartier). La position de ces repères dépend de la longueur du mois, selon qu'il est court ou long : les ides 13^e ou 15^e jour et les nones, 5^e ou 7^e jour du mois. La veille d'un de ces repères est appelée pridie et signifie 2 avant.

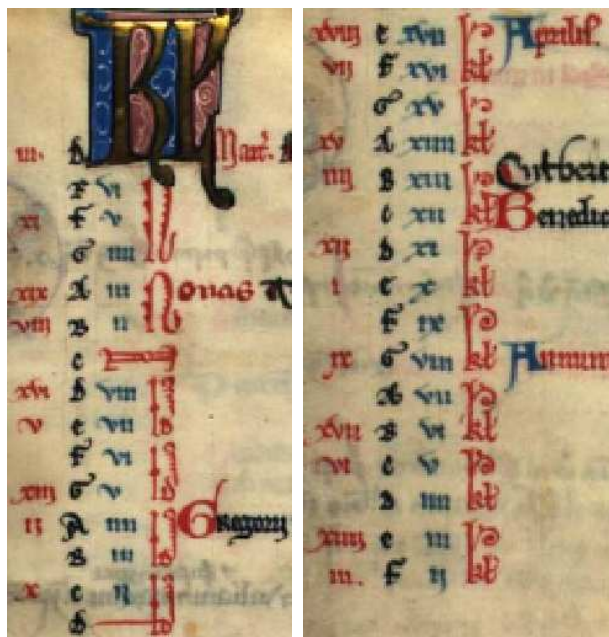


Fig.4. Le mois de mars (almanach du Moyen-Âge). Remarquons que la veille des nones, des ides ou des calendes est notée II (avant). Cliché CNRS-IRHT, ©Bibliothèque municipale de Besançon.

Exemple de comptage avec le mois de février

On a noté sur la ligne du dessus notre façon actuelle de nommer les jours et sur la ligne du dessous, la façon romaine.

1 ^{er} février	2	3	4	5
Calendes de février	4 avant nones	3 avant nones	2 avant nones	Nones

6	7	8	9	10	11	12	13
8 avant les ides	7 avant les ides	6 avant les ides	5 avant les ides	4 avant les ides	3 avant les ides	2 avant les ides	Ides

14	15	16	17	18	19	20	21	22
16 avant les calendes	15 avant les calendes	14 avant les calendes	13 avant les calendes	12 avant les calendes	11 avant les calendes	10 avant les calendes	9 avant les calendes	8 avant les calendes

23		24	25	26	27	28	1 ^{er} mars
7 avant les calendes	Bis sextus	6 avant les calendes	5 avant les calendes	4 avant les calendes	3 avant les calendes	2 avant les calendes	Calendes de mars

C'est entre le 23 et le 24 février que se glissait éventuellement le mois de Mercedonius et c'est là que va se mettre le 29^e jour de février car, ne l'oublions pas, on ne touche pas aux derniers jours de février qui sont consacrés aux défunts... Tous les 4 ans, on va donc doubler le sixième jour avant les calendes de mars et, de ce fait, ce jour particulier sera le Bissexus Calendas Martias, ce qui a donné le mot bissextile.

Le calendrier julien dans sa forme définitive

Beaucoup plus tard, Octavius verra encore deux petites modifications dans le calendrier qu'il utilise. En l'honneur de Jules César, Quintilis, le mois de sa naissance, sera dénommé Julius, et quelques années plus tard, le mois de Sextilis sera dénommé Augustus en mémoire d'Auguste qui a rectifié le décompte des années bissextiles qui n'avait pas été bien compris. En effet, pendant 36 ans, il y a eu une année bissextile tous les 3 ans au lieu de tous les 4. Octavius n'était pas le seul à avoir des problèmes de piquets et d'intervalles... Après en avoir eu trop, il a fallu supprimer des années bissextiles.

Januarius, Februarius, Martius, Aprilis, Maius, Junius, Julius, Augustus, September, October, November, December deviendront en français janvier, février, mars, avril, mai, juin, juillet, août...

Godefroy vit au XVI^e siècle

Godefroy, né en 1552, est moine dans une abbaye, mais on le connaît davantage sous le nom de frère Jacques. En effet, il est responsable des heures des prières et c'est lui qui sonne la cloche 7 fois par jour pour appeler ses congénères à la prière. Dans la journée, cela ne lui pose pas trop de problèmes. Par contre, la nuit, il ne faut pas qu'il oublie de se réveiller pour sonner les Nocturnes et il ne peut

alors pas contrôler la marche de son horloge à poids avec le cadran solaire canonial...

Godefroy s'intéresse beaucoup à la lecture des textes anciens. Il se passionne en particulier pour un moine scythe, nommé Denys le Petit à cause de sa petite taille, qui s'est beaucoup intéressé à la date de naissance du Christ et qui a proposé une nouvelle numérotation des années à partir de cet événement. Désormais on utilise l'ère chrétienne, et on compte les années à partir de la date présumée de sa naissance. Cette pratique a eu beaucoup de mal à s'imposer, mais elle est cependant très commode, car les années bissextiles sont celles dont le millésime est divisible par 4. Et pour recalculer les calendriers les uns par rapport aux autres, il suffit de se rappeler que l'an 45 avant JC est l'an 708 de la fondation de Rome et que le décompte correct des années bissextiles a commencé à partir de l'an 5 après JC.

Il y a une chose qui perturbe notre frère Jacques concernant la fête de Pâques. Depuis le concile de Nicée qui a eu lieu en 325 après JC, Pâques se fête le premier dimanche qui suit le quatorzième jour de la Lune qui a lieu le 21 mars ou immédiatement après (le 21 mars était au moment du Concile de Nicée, la date de l'équinoxe de printemps). On se souvient que c'était le 25 mars au moment de la mise en place du calendrier julien. On pense alors que le décalage trouvé est dû à une erreur de détermination de Sosigène qui a fait sa mesure près de 400 ans auparavant. Vous pensez, en ce temps là, avec les moyens dont il disposait... On ne pense pas un instant que le calendrier puisse être en cause. Or Pâques, qui devrait être une fête printanière, se décale de plus en plus vers l'été. Godefroy profite d'un voyage en Italie pour questionner ses confrères et il apprend que des savants à Florence ont mis en évidence dans le Duomo, que le solstice d'été a lieu 10 jours plus tôt que prévu...



© Institute and Museum of the History of Science

Fig.5a. Repérage de l'instant du solstice d'été dans le Duomo à Florence.



Fig.5b. Le petit disque de marbre de 243 mm de diamètre a été posé par Toscanelli pour indiquer où se trouverait l'image du Soleil au solstice d'été le 12 juin 1510.

Ainsi, l'équinoxe de printemps n'a pas lieu le 21 mars, mais 10 jours plus tôt, et Pâques qui est fixé par rapport au 21 mars recule d'autant. On lui dit aussi que le pape Grégoire XIII a trouvé cela très embêtant et qu'il est en train de concocter, avec un groupe de mathématiciens et d'astronomes, une réforme du calendrier qui devrait voir le jour incessamment. Les astronomes consultés ont déterminé une nouvelle fois la durée de l'année : 365,2425 jours. L'année des saisons est donc plus courte que l'année calendaire (365,25 jours). Ainsi, chaque

année, l'équinoxe de printemps prend 0,0075 jour d'avance sur le 21 mars. En 400 ans, l'avance de l'équinoxe astronomique sur le calendrier est de 3 jours et depuis le concile de Nicée, le décalage de l'équinoxe de printemps a atteint 10 jours.

Peu de temps après son retour d'Italie, Godefroy apprend les mesures décidées qui constitueront la réforme grégorienne du calendrier :

- le calendrier sera amputé de 10 jours qui seront tout simplement supprimés. Le lendemain du jeudi 4 octobre 1582 sera le vendredi 15 octobre. Cela contrarie beaucoup frère Jacques. Comment va-t-on faire pour honorer les saints dont la fête se trouve dans les dix jours supprimés ? Il paraît que l'on va fêter deux saints le même jour pour que personne ne soit froissé. En France, le lendemain du 9 décembre 1582 sera le 20 décembre 1582. Godefroy pense à sa jeune nièce Béatrice, qui devrait avoir 10 ans le 13 décembre, et qui ne pourra pas fêter son anniversaire, comme elle espérait tant le faire...

- le décompte des années bissextiles sera modifié. Les années séculaires (c'est à dire dont le millésime se termine par deux zéros) ne resteront bissextiles que si le nombre de siècle est divisible par 4.

Frère Jacques est rassuré. L'an 1600 sera une année bissextile normale, et en 1700, il aurait 148 ans, donc ce ne sera plus son problème... Tout cela pour que l'équinoxe de printemps reste le 21 mars !

G R E G O R I A N V M. 53			
O C T O B E R.			
Cui defūnt decem dies pro correctiōne Anni Solaris.			
Cyclus E- paçt. Anni Do- correction. mi- MDLXXXII	Lit. Anni Do- correction. mi- MDLXXXII	Dies Men- fis.	
xxij	A Kal.	1	Remigii Episcopi & Confess.
xxj	b vi	2	
xx	c v	3	
xix	d iiij. No.	4	Francisci Confess. duplex.
vij	A Idib.	15	Dionysii, Rustici, & Eleutherii martyrum. semiduplex. cum commemoratione S. Marci Papæ & Confessoris, & SS. Sergii, Bacchi, & Apuleii martyrum. Calixti Papæ, & mart. semiduplex.
vij	b xvii	16	
vj	c xvj	17	
v	d xv	18	Lucæ Euangelistæ. dupl.
iiiiij	e xiiiiij	19	
iiij	f xiiij	20	
ij	g xij	21	Hilarionis Abbatis. & comm. SS. Vrsulæ & sociarum virg. & mart.
j	A xj	22	
*	b x	23	
xxix	c ix	24	
xxvij	d viij	25	Chrystanti, & Darix marty.
xxvij	e vij	26	Euaristi Papæ & mart.
xxvi	f vj	27	Vigilia
25 xxv	g v	28	Simonis & Iudæ Apostolorum. dup.
xxiiij	A iiij	29	
xxiiij	b iiij	30	
xxii	c Pr. Kal.	31	Vigilia

Fig.6. Page montrant le premier calendrier grégorien, pour le mois d'octobre 1582.

Carmela vit au XX^e siècle

Elle est née le 21 mars 1995, le jour du printemps. Elle est maintenant au lycée et s'intéresse à beaucoup de choses. Mais il y a un événement qui l'étonne par dessus tout, c'est qu'en 2011, c'était la dernière fois avant bien longtemps que le printemps avait lieu le 21 mars, le jour même de son anniversaire. Aussi, elle a questionné à ce propos son professeur de maths qui anime un club astro dans le lycée.

"Élémentaire, ma chère Carmela !", lui a-t-elle répondu. "Regardons ensemble les dates et heures du printemps (en heures légales) lors des dernières années !"

1997	1998	1999	2000
20 mars 14 h 54	20 mars 20 h 54	21 mars 2 h 45	20 mars 8 h 35

2001	2002	2003	2004
20 mars 14 h 31	20 mars 20 h 16	21 mars 2 h 00	20 mars 7 h 48

2005	2006	2007	2008
20 mars 13 h 33	20 mars 19 h 25	21 mars 1 h 07	20 mars 6 h 48

2009	2010	2011	2012
20 mars 12 h 43	20 mars 18 h 31	21 mars 0 h 20	20 mars 6 h 14

Fig.7. Les dates de l'équinoxe de printemps de 1997 à 2012 (données IMCCE).

D'une année à l'autre, l'équinoxe de printemps recule d'environ 6 heures, et cela est tout à fait normal, puisque l'année des saisons vaut environ 365 jours un quart. S'il n'y avait pas d'années bissextiles, l'équinoxe de printemps prendrait toutes les dates de l'année en 365×4 années. Mais avec une année bissextile tous les 4 ans, donc un jour de plus en février tous les 4 ans, le printemps se retrouve à la même date au bout de 4 années. On le vérifie facilement dans le tableau.

De plus, on voit que ces dernières années, 3 fois sur 4, le printemps avait lieu le 20 mars et non le 21. La date du 21 mars correspondait à l'année précédant l'année bissextile : 1999, 2003, 2007, 2011. Si l'on regarde un peu plus en détail, on s'aperçoit que le décalage n'est pas exactement de 6 heures, mais un

peu moins, et que le printemps le 21 mars se produisait chaque année un peu plus tôt. D'ailleurs en 2011, ce ne fut le 21 mars que parce que l'heure légale en France est avancée d'une heure par rapport au Temps Universel.

Le printemps aura lieu le 20 mars à 23 h 45 en 2015, à 22 h 58 en 2019. Jusqu'en 2047, l'équinoxe de printemps aura toujours lieu le 20 mars, entre 2047 et 2102, tantôt le 19 mars (19 fois), tantôt le 20 et il faudra attendre 2102 pour retrouver le printemps le 21 mars à 1 h 35 et 11 fois seulement au XXI^e siècle. Ceci est lié aux années séculaires : l'année 2000 a été bissextile, mais 2100 ne le sera pas.

Carmela ne pensait pas qu'il y avait tant de curiosités astronomiques cachées dans le calendrier et que la date du printemps était liée de façon si directe à l'existence des années bissextiles. De plus, le fait que la durée de l'année des saisons soit estimée aujourd'hui à 365,2422... jours lui fait penser qu'il faudra peut-être, plus tard, faire une ultime réforme du calendrier... Mais ce n'est pas demain la veille, le calendrier sera décalé de 3 jours dans 10 000 ans !... Cela n'empêchera pas Carmela de fêter joyeusement son anniversaire le 21 mars prochain avec ses copains et ses copines.

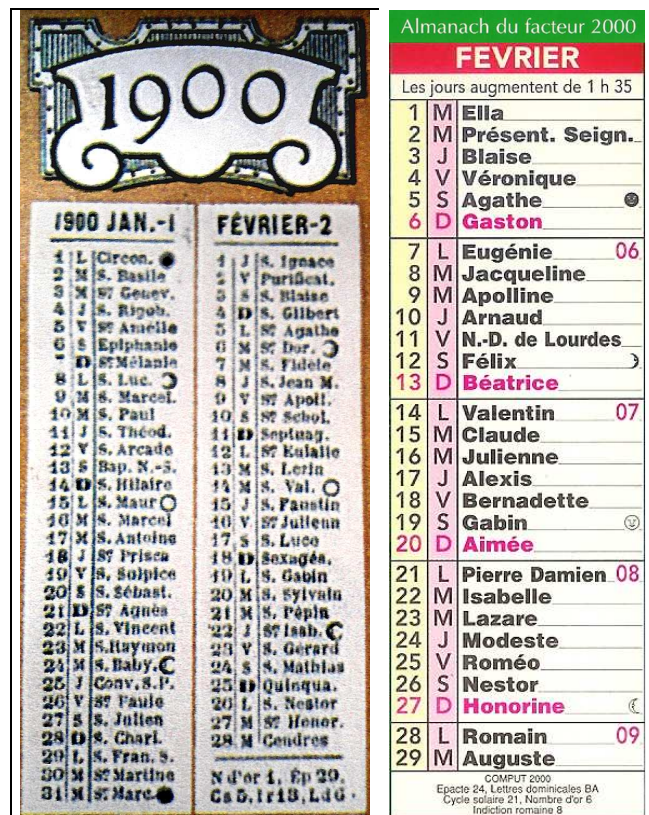


Fig.8. Le mois de février 1900 n'a compté que 28 jours alors que février 2000 a eu droit à 29 jours.