

# ANNEE BISSEXTILE ?

R. Coquidé (09/05/2018)

## OUI OU NON ?

**Règle** : Une année est bissextile (elle possède un 29 février) si son millésime est divisible par 4 (ex: 1904 1980 1996), mais pas par 100 (ex: 1900), à moins qu'il soit divisible par 400 (ex: 2000), sauf s'il est divisible par 4000 (ex: 4000 8000 12000 ).

C'est ce qui justifie que le calendrier distribué par notre *charmante postière* ne comportait pas de 29 février 2017 (*non divisibilité par 4*), mais fournissait (*sans supplément de prix*) un 29 février 2016 (*divisibilité par 4*).

Si vous avez la chance de pouvoir interroger votre arrière-grand-mère (*et si la mémoire lui revient!*), elle pourra vous affirmer qu'il n'y eut pas de 29 février 1900 (*on pouvait vérifier, certes, la divisibilité par 4 ... mais aussi par 100 ... ce qui gâchait tout!*).

Avez-vous conservé le calendrier 2000 distribué par *votre postière préférée* ? Il existait un 29 février 2000 (*on vérifie aisément la divisibilité par 4, malheureusement aussi par 100, mais heureusement par 400, ce qui implique son caractère bissextile*).

Comme 1900, les années 2100 2200 2300 (*divisibilité par 4 et par 100*) ne seront pas bissextiles. Mais, l'année 2400 (*divisibilité par 4, par 100, et aussi par 400*) possédera un 29 février.

L'an 4000 (*d'un intérêt très limité, sauf, peut-être, pour les plus optimistes d'entre nous!*) ne sera pas bissextile (*divisibilité par 4, malheureusement par 100, heureusement par 400, mais malheureusement aussi par 4000*).

## POURQUOI ?

A toute époque, les humains se passionnèrent pour la **mesure du temps** (*celui qui commande la cuisson d'un œuf à la coque, le tracé des rides sur les visages, l'érosion des montagnes, l'évolution des planètes et des galaxies...et de leurs amas !*), ne serait-ce que pour tenter de **prévoir l'autre temps** (*celui qui est responsable des coups de soleil, du gel des fruits et légumes, des inondations, des tempêtes...*).

Les hommes (*et les femmes!*) disposent de **3 horloges naturelles**:

- **l'alternance jour nuit** (*causée par la rotation de la Terre sur elle-même*), qui rythme la vie sur notre planète et règle le travail humain.
- **les phases lunaires** (*causées par les variations d'éclairage solaire de notre satellite pendant la rotation de la Lune autour de la Terre*), qui influent, paraît-il, sur certains caractères, stimulent l'inspiration poétique ... et sont utilisées avec le plus grand sérieux par certains jardiniers.
- **la succession des saisons** (*causées par la rotation de la Terre autour du Soleil*), qui a toujours fasciné grands et petits...et influencé la floraison!

## UNITES DE MESURE DU TEMPS

**LE JOUR** : durée "*moyenne*" d'une **rotation de la Terre sur elle-même**, arbitrairement divisée en 24 heures, de chacune 60 minutes, divisées en 60 secondes, subdivisées en dixièmes, centièmes, millièmes ... millièmes ... de secondes. Ces unités, leurs multiples et sous-multiples, ont fait (*et font encore!*) la "*joie (!?!)*" de nombreuses générations de potaches (*et tout porte à croire que ce n'est pas terminé!*)....

Pour simplifier (*Mais si! Mais si!*), nous utiliserons dans cet article les fractions décimales du jour (*dixièmes, centièmes, millièmes, ... , millionièmes, milliardièmes, ... de jour*). Par exemple: 30,43685 jours.

**LA LUNAISON (ou mois lunaire):** durée "moyenne" de la rotation de la Lune autour de la Terre (valeur : **29,5305881 jours** ... si l'on en croit les astronomes).

**L'ANNEE :** durée "moyenne" de la rotation de la Terre autour du Soleil (valeur: **365,24220 jours** nous affirment ces mêmes astronomes).

Une année est égale à **12 lunaisons plus 10,875 jours**. Un mois théorique est égal à un douzième d'année (soit **30,43685 jours**; très peu pratique pour les calculs de dates!).

On a décidé **d'abandonner la lunaison** (sauf pour le calendrier musulman et certaines fêtes religieuses en occident) et de **n'utiliser que des durées en nombres entiers de jours** (on en conviendra, c'est plutôt sympa!).

## CALCULS JUSTIFICATIFS

a) On a donc défini le **mois civil** de durée variable: 31 jours (*janvier, mars, mai, juillet, août, octobre, décembre*), 30 jours (*avril, juin, septembre, novembre*), 28 jours (*février*).

D'où une **année civile** de 365 jours...et un **déficit annuel** de :

$365,24220 - 365 = 0,24220$  jour par rapport à l'année astronomique.

b) En ajoutant un 29 février tous les 4 ans (*millésime divisible par 4*), **l'année civile moyenne** devient (*en remarquant que  $1/4=0,25$* ):

$365 + 0,25 = 365,25$  jours; soit un **excédent annuel moyen** de :

$365,25 - 365,24220 = 0,0078$  jour.

c) En supprimant un 29 février par siècle (*millésime divisible par 100*), **l'année civile moyenne** devient (*on a  $1/100=0,01$* ):

$365,25 - 0,01 = 365,24$  jours; soit un **déficit annuel moyen** de :

$365,24220 - 365,24 = 0,00220$  jour.

d) En ajoutant un 29 février tous les 400 ans (*millésime divisible par 400*), **l'année civile moyenne** devient alors égale à ( *$1/400=0,0025$* ):

$365,24 + 0,0025 = 365,2425$  jours; d'où un **excédent annuel moyen** de :

$365,2425 - 365,2422 = 0,0003$  jour.

e) En supprimant un 29 février tous les 4000 ans (*millésime divisible par 4000*), **l'année civile moyenne** devient ( *$1/4000=0,00025$* ):

$365,24250 - 0,00025 = 365,24225$  ; soit encore un **excédent annuel moyen** de :

$365,24225 - 365,24220 = 0,00005$  jour.

**Dans notre calendrier grégorien actuel, l'année civile comporte donc 365 jours (année normale) ou 366 jours (année bissextile).**

**Il y a un excédent de l'année civile moyenne sur l'année astronomique de 0,00005 jour soit  $0,00005 * 24 * 60 * 60 = 4,32$  secondes.**

(ce qui n'est pas négligeable compte tenu de la précision actuelle des mesures).

**La complexité concernant l'existence ou non d'un 29 février provient de la volonté de n'utiliser que des mois et années civils composés d'un nombre entier de jours alors que l'année astronomique est de 365,24220 jours.**

# HISTORIQUE

## CALENDRIER JULIEN

En l'an 45 avant notre ère, **Jules César** (*Eh oui! Cela ne nous rajeunit pas!*), aidé par l'astronome **Sosigène d'Alexandrie**, admit que l'année comportait 365,25 jours exactement (*belle précision pour l'époque*) et introduisit les 12 mois civils inégaux tels que nous les connaissons dont un de 28 jours (*qui en comportait 29 une fois tous les 4 ans, les années bissextiles*) : il savait que sans cette précaution, il y aurait une **dérive d'un mois tous les 120 ans** (*ce que l'on avait constaté avec le calendrier égyptien pendant plus de 4000 ans*).

## CALENDRIER GREGORIEN

En l'an 1582 le **pape Grégoire XIII**, aidé par des savants (*les frères Léléo et le jésuite Clavius*), conscient que l'année julienne était trop longue de 0,0078 jours (*l'astronomie avait fait des progrès*), décida de supprimer 3 jours en 400 ans. D'où la règle (*pas de 29 février les années séculaires sauf pour les millésimes divisibles par 400*) et le calendrier que nous utilisons depuis 1582.

Les anglais n'adoptèrent le calendrier grégorien qu'en 1752 (*la traversée de la manche était une aventure!*). **Képler**, (*célèbre pour autre chose que ses talents d'humoriste*), a pourtant écrit : **"les Anglais préfèrent être en désaccord avec le Soleil qu'en accord avec le Pape"**.

## LES ANCIENS CALENDRIERS

On utilisa les calendriers "*chaldéen*", "*hébreux*", "*égyptien*", "*grec*", "*chinois*", "*romain*" (avant **Jules César**), "*musulman*" .... On peut citer le "*calendrier républicain*" pris très au sérieux pendant quelques années et le "*calendrier universel*", proposé (*sans déclencher un enthousiasme débridé dans les foules en délire*) par des astronomes au début du 20<sup>e</sup> siècle. Chaque calendrier mériterait une étude particulière car il est le reflet, le témoin, d'un niveau de connaissance scientifique, d'un mode de vie, en un lieu, à une époque.

## LES FETES

Beaucoup d'entre elles ont une origine religieuse (*parfois oubliée*). Certaines ont une date fixe (*dans notre calendrier solaire*) mais leur jour dans la semaine est variable:

1<sup>er</sup> janvier, 1<sup>er</sup> mai, 8 mai, 14 juillet, 15 août, 1<sup>er</sup> novembre, 11 novembre, 25 décembre.

D'autres ont un jour fixé dans la semaine, mais une date variable calculée à partir de celle de Pâques (*en réalité, "presque" fixe, par rapport à un calendrier lunaire*) : Pâques, lundi de Pâques, jeudi de l'Ascension, Pentecôte, lundi de Pentecôte (*et quelques autres uniquement religieuses*).

C'est au **concile de Nicée** (*an 325*), après 3 siècles de controverses, que fut "*fixée*" la date de Pâques : "*le dimanche qui suit le 14<sup>e</sup> jour de la pleine Lune, lui-même situé le 21 mars (équinoxe) ou immédiatement après*". Par suite, **il y a 35 dates possibles pour Pâques situées entre le 22 mars et le 25 avril inclus**.

## LE FUTUR

Périodiquement (*tout comme les radis*), de nouveaux calendriers ou de nouveaux aménagements du calendrier grégorien sont proposés. Une critique fréquente concerne **l'ignorance de la semaine** (*unité qui n'a rien de naturel, mais qui est universellement utilisée ou presque pour régler les actes de la vie sociale*). On propose souvent de *fixer définitivement la date de Pâques ...* ou de limiter son amplitude de variation (*par exemple le 1<sup>er</sup> dimanche d'avril*), mais il faut pour cela convaincre, ensemble, les responsables de plusieurs religions ....

### LA SECONDE (*comme unité de temps*)

Une première définition ("*la 86400<sup>e</sup> partie du jour solaire moyen*") officielle jusqu'en 1956, plusieurs fois améliorée. La définition actuelle de la **seconde** ("*9162631770 fois la période de la radiation correspondant à la transition entre 2 niveaux hyperfins de l'état fondamental de l'atome de Césium 133*") permet une précision de  $10^{-14}$  (*1 seconde en 3 millions d'années*). On espère atteindre prochainement  $10^{-18}$  (*1 seconde en 30 milliards d'années*). Précision non superflue pour la physique des particules ... utilisée, juste retour des choses, en astrophysique ... (*Attention : interro écrite, la prochaine fois!*).

### LE CALENDRIER FIXE (*d'Auguste Comte - proposé en 1849*)

Il est parfois remis à l'ordre du jour : *13 mois égaux de 4 semaines (soit 28 jours)*; un nouveau mois, "**sol**" (*soleil*), intercalé entre juin et juillet. Cela fait  $13 \times 28 = 364$  jours; on ajoute un "**jour blanc**", le "**jour de l'an**", qui est férié et ne fait partie d'aucune semaine ; il suit le 28 décembre. On ajoute, aux années bissextiles, un 2<sup>e</sup> "**jour blanc**", le "**jour bissextile**", également férié et sans nom dans la semaine : le lendemain du 28 juin. **Toutes les semaines et tous les mois commencent un dimanche et se terminent un samedi.** Il est techniquement aisé d'attribuer une date fixe et un jour fixe dans la semaine à chaque fête. Chaque année commence le dimanche 1<sup>er</sup> janvier et se termine le "**jour blanc**" qui suit le samedi 28 décembre.

**La principale critique faite à ce calendrier est le nombre " 13 " !**

Beaucoup de personnes peuvent affirmer, comme **Sacha Guitry** :

*"Môôoi !? Je ne suis pas superstitieux : ça porte malheur !"*

Avec le "**calendrier fixe**" d'Auguste Comte, plus besoin de support cartonné. Aucune surprise! Toutes les années sont identiques (*au jour bissextile près*). Outre la monotonie, j'y vois un inconvénient majeur : ***nous serions privés du sourire enjôleur de notre gracieuse postière plaçant ses calendriers....***

## CALCUL EN LANGAGE J

Voici un petit pro-verbe (*fonction*) qui retourne :

0 pour un millésime non bissextile,      1 pour un millésime bissextile

Il n'apporte rien de plus (*ni de moins*) que la version écrite en APL "traditionnel" et publiée dans la revue "**Les Nouvelles d'APL**".

```
bis =: ~:/@0&=@(4 100 400 4000&(|/))
```

**Exemples :**

0 bis 1900

1 bis 2000

0 1 1 0 1 bis 1900 1904 2000 2100 2400

M ; bis M =. 2 4 \$ 1900 1904 1995 2000 2004 2100 2400 4000

1900	1904	1995	2000	0	1	0	1
2004	2100	2400	4000	1	0	1	0

(];bis) ,. 1895 1896 1900 1904 1995 1996 2000 2004 2100 2400 4000

1895	0
1896	1
1900	0
1904	1
1995	0
1996	1
2000	1
2004	1
2100	0
2400	1
4000	0

**NOMBRES DE JOURS PAR MOIS**

**nbjours =: (28"\_+(3:;bis),3 2 3 2 3 3 2 3 2 3"\_ )"0**

Ex :

(,.;nbjours) 1900 2000 2100 2016 2017 2018 2800 8000

1900	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
2000	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
2100	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
2016	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
2017	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
2018	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
2800	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
8000	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31

Un seul regret : nos chances d'éblouir notre *postière préférée* avec ce pro-verbe sont extrêmement limitées malgré toute la poésie qui s'en dégage ... et qui n'échappe à personne !