

# Un calendrier perpétuel

En ce début d'année (scolaire, civile, ...), je propose aux lecteurs des *Cahiers Clairaut* un algorithme simple qui permet d'afficher à l'écran (et d'imprimer) le calendrier de n'importe quelle année civile (calendrier julien jusqu'en 1582, grégorien ensuite).

L'affichage sur l'écran se fait "horizontalement" ligne par ligne, par bloc de 4 mois : d'abord tous les lundis de janvier, février, mars et avril, puis tous les mardis... jusqu'aux dimanches, tout cela donnant une lecture "verticale" des semaines.

L'algorithme est relativement simple, la seule donnée nécessaire étant bien sûr l'année AN (comme par exemple -51, 325, 1789, 1997, ...). On utilise les variables suivantes :

- M      numéro du mois (entier de 1 à 12),
- NJ(M) nombre de jours du mois M avec NJ(2)=28 (ou 29 si l'année est bissextile)
- J      quantième du mois M (entier de 1 à 31),
- js     numéro du jour de semaine (1 pour lundi, 2 pour mardi, ..., 7 pour dimanche),
- J<sub>1</sub>(M) n° du jour de semaine du 1<sup>er</sup> jour du mois M,

Deux sous-programmes sont nécessaires : d'abord tester si l'année AN est bissextile ou non, puis calculer les 12 valeurs J<sub>1</sub>(1), J<sub>1</sub>(2) à J<sub>1</sub>(12).

### Test d'année bissextile

Dans le calendrier julien, l'année est bissextile si le millésime est un multiple de 4 (le reste de la division entière de AN par 4 vaut 0).

Dans le calendrier grégorien, à partir de 1582, et afin de raccourcir l'année moyenne de 365,25 jours à 365,2425 jours, très proche de l'année tropique (des saisons) de 365,2422 jours, la règle précédente est complétée par la suivante, concernant les années séculaires (la dernière année d'un siècle, comme par exemple 1600, 1700, 1800, 1900, 2000, de millésime divisible par 100) : *les années séculaires ne sont bissextiles que si le millésime est divisible par 400.*

Voyons la table de vérité de ce test. L'opération A<sub>n</sub> donne v (vrai) si l'année A est divisible par n et f (faux) dans le cas contraire.

Les 3 résultats simultanés A<sub>4</sub>, A<sub>100</sub> et A<sub>400</sub> permettent 8 possibilités, mais quatre ne peuvent se produire, ainsi par exemple, si A est divisible par 400, A est obligatoirement divisible par 100 et par 4 (alors que le contraire n'est pas nécessairement vrai).

A <sub>4</sub>	A <sub>100</sub>	A <sub>400</sub>	<i>Remarques : année bissextile ou non</i>
<b>V</b>	<b>V</b>	<b>V</b>	année <b>bissextile</b> car séculaire et divisible par 400 (comme 1600, 2000)
f	v	v	impossible
v	f	v	impossible
f	f	v	impossible
v	v	f	non bissextile, d'après la 2 <sup>e</sup> règle grégorienne (comme 1900, 2100)
f	v	f	impossible
<b>V</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	année <b>bissextile</b> "ordinaire" (comme 1996, 2004)
f	f	f	année normale de 365 jours

Deux cas seulement conduisent à une année grégorienne bissextile. La notation  $A_n$  indique que  $A$  est divisible par  $n$  et  $\underline{A}_n$  indique le résultat contraire. D'après ce tableau, pour que  $A$  soit une année grégorienne bissextile, il faut et il suffit que la condition suivante soit vraie :

$$(A_4 \text{ ET } A_{100} \text{ ET } A_{400}) \text{ OU } (A_4 \text{ ET } \underline{A}_{100} \text{ ET } \underline{A}_{400})$$

Mais  $A_{400}$  implique  $A_{100}$ , de même que  $\underline{A}_{100}$  implique  $\underline{A}_{400}$ . Le critère s'écrit donc :

$$(A_4 \text{ ET } A_{400}) \text{ OU } (A_4 \text{ ET } \underline{A}_{100}).$$

qui se simplifie en

$$A_{400} \text{ OU } (A_4 \text{ ET } \underline{A}_{100}).$$

Les règles de distributivité conduisent également à :

$A \text{ grégorienne bissextile} \Leftrightarrow A_4 \text{ ET } (A_{400} \text{ OU } \underline{A}_{100})$
--

La fonction "Reste" permet le calcul du reste de la division entière de  $A$  par  $n$  :

$$\text{FNR}(A, n) = A - n * \text{INT}(A/n)$$

où  $\text{INT}(x)$  représente la fonction mathématique "Partie entière de  $x$ " donnant le nombre entier *au plus égal* à  $x$ , c'est à dire  $n$  tel que  $x - 1 < n \leq x$ . Ainsi,  $\text{INT}(2) = 2$  et  $\text{INT}(2,3) = 2$  mais  $\text{INT}(-2) = -2$  et  $\text{INT}(-2,3) = -3$  (et non  $-2$  comme ferait une troncature, ou un arrondi, de  $-2,3$ ). La fonction mathématique  $A \text{ MODULO } n$  donne le même résultat.

L'algorithme du test d'année bissextile s'écrit donc (pour l'année  $AN$  grégorienne ou julienne) :

```
Initialiser Biss := 0 et NJ(2) := 28 (année normale)
Si [FNR(AN, 4)=0] ET [ [FNR(AN, 400)=0] OU [FNR(AN, 100)≠0] ]
    alors Biss := 1
Si [FNR(AN, 4) = 0] ET [ AN < 1582 ] alors Biss := 1 (cas de
    l'année julienne bissextile)
Si Biss = 1 alors NJ(2) := 29 (l'année est bissextile, février a 29 jours).
```

### Calcul du jour de semaine

Rappelons l'algorithme (inspiré de celui proposé par J. Méeus), donnant le jour de semaine d'une date quelconque sous la forme  $J/M/AAAA$  (l'écriture  $AAAA$  précise que l'année doit s'écrire avec *tous* les chiffres, et non pas seulement les 2 derniers : 97 est ainsi l'an 97 de notre ère et non l'année 1997).

```
Soient s := AAAA et m := M
Si m < 3 alors modifier m := m+12 puis s := s-1
Calculer N := INT(365,25*s) + INT(30,6*(m+1)) + J
Si (AAAA + M/100 + J/10000) > 1582,10145 alors faire
    intervenir la correction grégorienne CG par
    q := INT(s/100) puis CG := 2 - q + INT(q/4)
    puis N := N + CG
Calculer P := N + 4 et JS := FNR(P, 7)
Si JS = 0 alors JS := 7 (JS est le n° du jour de semaine : 1 pour lundi,...)
```

Voyons sur l'exemple du 1/01/1997 (date grégorienne). On obtient successivement :  $J=1$ ,  $M=1$ ,  $AAAA=1997$  puis  $s=1997$ ,  $m=1$  qui sont modifiés en  $m=13$  et  $s=1996$ . Alors  $N=729039+428+1=729468$ . Ensuite,  $q=19$  et  $CR=-13$  d'où  $N=729455$  et  $P=729459$ , conduisant à  $JS=3$  : mercredi 1<sup>er</sup> janvier 1997.

Dans le calendrier julien, on fait bien évidemment  $CR=0$ .

## Le calendrier perpétuel

L'algorithme est alors le suivant (pour le mois M) et cela de mois en mois, par bloc de 4 mois successifs:

```
Pour JS variant de 1 à 7, faire :  
- calculer  $J := 1 + JS - J_1(M)$   
- répéter :  
  - si  $J < 1$  alors afficher 3 espaces (et laisser le curseur),  
  - sinon, afficher J (et laisser le curseur),  
  - itérer  $J := J + 7$   
jusqu'à  $J > NJ(M)$ .
```

Décrivons le début de l'algorithme pour janvier 1997. On vient de calculer  $J_1(1)=3$  correspondant au mercredi 1/01/1997. On sait de plus que  $NJ(1)=31$ .

On fait alors varier js de 1 à 7. Pour js = 1 (lundi), on calcule  $J = 1 + js - J_1(1)$  c'est à dire  $J = 1+1-3$  soit -1. Comme  $J < 1$ , on affiche 3 espaces en laissant le curseur. L'itération  $J = J + 7$  donne 6. On affiche alors 6 (précédé d'un espace équivalant à 06), puis de même, on affiche 13, 20 et 27 qui sont les lundis de janvier 1997.

Le suivant conduit à  $J = 34$ , supérieur à 31 [c'est  $NJ(1)$ ]. On arrête pour janvier et on passe aux lundis des mois suivants, février à avril, puis aux mardis de janvier, etc...

Le listage du programme est écrit ici en Quick-Basic (QBasic) présent sur chaque PC. Il est aisément adaptable en Basic (ne pas oublier de numéroter chaque ligne) ou en d'autres langages. Concernant la présentation à l'écran, il s'agit ici d'une version "minimale" que chacun modifiera selon ses goûts ! On peut par exemple ajouter quelques lignes permettant de passer facilement à l'année suivante (touche '+') ou à la précédente (touche '-'). L'appui sur la touche 'F' met fin ici au programme.

Afin d'afficher l'année entière à l'écran, se placer en mode 80 colonnes, et 31 (ou mieux 43) lignes de texte. L'instruction SCREEN 2 (en QBasic et Basic standard) donne 80x31 et l'instruction WIDTH 80,43 (en QBasic) permet les 43 lignes.

*Remarque.* Le mois d'octobre 1582 est particulier : il est julien jusqu'au jeudi 4 octobre inclus et grégorien à partir du lendemain vendredi 15 octobre. L'algorithme donné ici affiche un mois d'octobre 1582 entièrement julien, mais novembre et décembre 1582 sont bien grégoriens. La réforme a été appliquée à Rome dès le 4 octobre, mais seulement deux mois plus tard en France : le dimanche 9 décembre 1582 (julien) a été suivi du lundi 20 décembre 1582 (grégorien). Dans les pays protestants, la réforme ne fut pas appliquée facilement : Kepler, vivant à Graz (aujourd'hui en Autriche) et favorable à la réforme du calendrier, critiquait ses coreligionnaires qui "préféraient être en désaccord avec le Soleil plutôt qu'en accord avec le Pape".

## Bibliographie

Concernant le calendrier en général, le livre de base est "*Le Calendrier*" de Paul Couderc (QSJ 203). Vient de paraître le très bon "*Calendriers et chronologie*", de Jean-Paul Parisot et Françoise Suagher (Masson, 1996), qui étudie également de très nombreux types de calendriers d'hier et d'ailleurs.

Parmi tous les articles consacrés aux calendriers, publiés dans les CC, on pourra relire celui sur les "*Aspects historiques et astronomiques de notre calendrier*" (CC 42, été 88) ou, sur le temps en astronomie et des approches informatiques, le fascicule 12 du CLEA "*Simulations en Astronomie sur Ordinateur*".

Et ... Bonne Année !

Michel TOULMONDE

```

10  Calendr (version en QBasic) =====
    SCREEN 1: SCREEN 0: KEY OFF: CLS
    PRINT TAB(10)"Calendrier perpétuel": PRINT: PRINT TAB(11) "(Michel Toulmonde)"
    TR$=STRING$(80,"-"): PRINT TR$
20  PRINT" Ce programme écrit le calendrier de"" n'importe quelle année."
    PRINT: PRINT TAB(10)"(Fin avec la touche F)": PRINT TR$: PRINT
30  DIM NJ(12), M$(12), J1(12), JSS$(7)
    DEF FNR(X,Y) = X - Y*INT(X/Y) ' ou bien = X MOD Y
    GOSUB 100: ' init
40  PRINT"Quelle année (AAAA ou F) ? ": INPUT "", AN$: IF AN$="" THEN GOTO 40
    IF AN$ = "F" OR AN$ = "f" THEN PRINT TR$: END
    AN = VAL(AN$)
50  IF ( FNR(AN,4) = 0 ) AND ( FNR(AN,100)<>0 OR FNR(AN,400) = 0 ) THEN NJ(2) = 29
    IF ( FNR(AN,100) = 0 AND AN<1582 ) THEN NJ(2) = 29
    FOR M0 = 1 TO 12
        J = 1: GOSUB 150: J1(M0) = JS: ' jour semaine du 1/m0/an
    NEXT
60  SCREEN 2: SCREEN 0: CLS
    GOSUB 200: ' calendrier
    PRINT TAB(27)"année :".AN," .....(espace)":
70  A$ = INKEY$: IF A$<>" " THEN GOTO 70 ELSE RUN
100 ' init -----
    FOR I = 1 TO 12: READ M$(I), NJ(I): NEXT
        DATA Janvier,31, Février,28, Mars,31, Avril,30, Mai,31, Juin,30
        DATA Juillet,31, Août,31, Septembre,30, Octobre,31, Novembre,30, Décembre,31
    FOR I = 1 TO 7: READ JSS$(I): NEXT
        DATA L, m, M, J, V, S, D
    RETURN
150 ' jour de semaine du jour (j/m0/an) -----
    s = AN: M = M0: IF M<3 THEN M = M + 12: s = s - 1
    N = INT(365.25*s) + INT(30.6*(M+1)) + J
    IF ( AN + M0/100 + J/10000 ) > 1582.10145 THEN q = INT(s/100): N = N + 2 - q + INT(q/4)
    P = N + 4: js = P - 7*INT(P/7): IF js = 0 THEN js = 7
    RETURN
200 ' calendrier -----
    PRINT TAB(36); AN
    FOR ML = 1 TO 12 STEP 4
        IF ML = 1 THEN PRINT TAB(7) M$(1):: PRINT TAB(25) M$(2):: PRINT TAB(45) M$(3)::
            PRINT TAB(62)M$(4)
        IF ML = 5 THEN PRINT TAB(9) M$(5):: PRINT TAB(27) M$(6):: PRINT TAB(43) M$(7)::
            PRINT TAB(63)M$(8)
        IF ML = 9 THEN PRINT TAB(7) M$(9):: PRINT TAB(25) M$(10):: PRINT TAB(43) M$(11)::
            PRINT TAB(61) M$(12)
220  FOR js = 1 TO 7
        PRINT JSS$(js):
        FOR M = ML TO ML+3
            TB = 3 + 18*FNR(M - 1, 4): PRINT TAB(TB)"";
240  J = 1 + js - J1(M)
250  IF J<1 OR J>NJ(M) THEN N$ = " " ' (3 espaces)
            IF J<10 AND J>0 THEN N$ = ""+STR$(J) ' (1 espace)
            IF J>9 AND J<= NJ(M) THEN N$ = STR$(J)
            PRINT N$:
            J = J + 7: IF J<= NJ(M) THEN GOTO 250
        NEXT
        PRINT TAB(78) JSS$(js)," ";
    NEXT
    NEXT
    RETURN

```

## 1996

	Janvier	Février	Mars	Avril	
L	1 8 15 22 29	5 12 19 26	4 11 18 25	1 8 15 22 29	L
m	2 9 16 23 30	6 13 20 27	5 12 19 26	2 9 16 23 30	m
M	3 10 17 24 31	7 14 21 28	6 13 20 27	3 10 17 24	M
J	4 11 18 25	1 8 15 22 29	7 14 21 28	4 11 18 25	J
V	5 12 19 26	2 9 16 23	1 8 15 22 29	5 12 19 26	V
S	6 13 20 27	3 10 17 24	2 9 16 23 30	6 13 20 27	S
D	7 14 21 28	4 11 18 25	3 10 17 24 31	7 14 21 28	D

	Mai	Juin	Juillet	Août	
L	6 13 20 27	3 10 17 24	1 8 15 22 29	5 12 19 26	L
m	7 14 21 28	4 11 18 25	2 9 16 23 30	6 13 20 27	m
M	1 8 15 22 29	5 12 19 26	3 10 17 24 31	7 14 21 28	M
J	2 9 16 23 30	6 13 20 27	4 11 18 25	1 8 15 22 29	J
V	3 10 17 24 31	7 14 21 28	5 12 19 26	2 9 16 23 30	V
S	4 11 18 25	1 8 15 22 29	6 13 20 27	3 10 17 24 31	S
D	5 12 19 26	2 9 16 23 30	7 14 21 28	4 11 18 25	D

	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	
L	2 9 16 23 30	7 14 21 28	4 11 18 25	2 9 16 23 30	L
m	3 10 17 24	1 8 15 22 29	5 12 19 26	3 10 17 24 31	m
M	4 11 18 25	2 9 16 23 30	6 13 20 27	4 11 18 25	M
J	5 12 19 26	3 10 17 24 31	7 14 21 28	5 12 19 26	J
V	6 13 20 27	4 11 18 25	1 8 15 22 29	6 13 20 27	V
S	7 14 21 28	5 12 19 26	2 9 16 23 30	7 14 21 28	S
D	1 8 15 22 29	6 13 20 27	3 10 17 24	1 8 15 22 29	D

## 1997

	Janvier	Février	Mars	Avril	
L	6 13 20 27	3 10 17 24	3 10 17 24 31	7 14 21 28	L
m	7 14 21 28	4 11 18 25	4 11 18 25	1 8 15 22 29	m
M	1 8 15 22 29	5 12 19 26	5 12 19 26	2 9 16 23 30	M
J	2 9 16 23 30	6 13 20 27	6 13 20 27	3 10 17 24	J
V	3 10 17 24 31	7 14 21 28	7 14 21 28	4 11 18 25	V
S	4 11 18 25	1 8 15 22	1 8 15 22 29	5 12 19 26	S
D	5 12 19 26	2 9 16 23	2 9 16 23 30	6 13 20 27	D

	Mai	Juin	Juillet	Août	
L	5 12 19 26	2 9 16 23 30	7 14 21 28	4 11 18 25	L
m	6 13 20 27	3 10 17 24	1 8 15 22 29	5 12 19 26	m
M	7 14 21 28	4 11 18 25	2 9 16 23 30	6 13 20 27	M
J	1 8 15 22 29	5 12 19 26	3 10 17 24 31	7 14 21 28	J
V	2 9 16 23 30	6 13 20 27	4 11 18 25	1 8 15 22 29	V
S	3 10 17 24 31	7 14 21 28	5 12 19 26	2 9 16 23 30	S
D	4 11 18 25	1 8 15 22 29	6 13 20 27	3 10 17 24 31	D

	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	
L	1 8 15 22 29	6 13 20 27	3 10 17 24	1 8 15 22 29	L
m	2 9 16 23 30	7 14 21 28	4 11 18 25	2 9 16 23 30	m
M	3 10 17 24	1 8 15 22 29	5 12 19 26	3 10 17 24 31	M
J	4 11 18 25	2 9 16 23 30	6 13 20 27	4 11 18 25	J
V	5 12 19 26	3 10 17 24 31	7 14 21 28	5 12 19 26	V
S	6 13 20 27	4 11 18 25	1 8 15 22 29	6 13 20 27	S
D	7 14 21 28	5 12 19 26	2 9 16 23 30	7 14 21 28	D