IDEES POUR LA PROGRAMMATION D'UN CALENDRIER GREGORIEN

Dans les Cahiers Clairaut n° 18, Evariste Dupont a rappelé l'essentiel de la réforme grégorienne, sans oublier de renvoyer à une bibliographie de complément.

Supposons donc acquises ces notions simples pour inviter les amateurs à organiser l'information ainsi recueillie en vue d'un traitement automatique.

Selon le système (calculatrice programmable, ordinateur de poche, ordinateur de table...) les résultats seront évidemment variables, et l'effet obtenu plus ou moins spectaculaire. La calculatrice, peu bavarde, fournira des nombres (des numéros de mois ou de jours), l'ordinateur de poche sera plus explicite, mais sur une seule ligne, avec son défilement un peu saccadé, parfois agaçant, et le microordinateur de table donnera des calendriers complets de n'importe quelle année, avec tous les éléments du comput, des commentaires etc...

C'est dire que je ne vais pas écrire ici des programmes. Ils ne seraient utilisables que par les possesseurs du type de machine concerné. Quelques revues l'ont fait, pour certains calculs de calendrier, et pour une machine donnée: les gens pressés en auront tiré profit, mais c'est là "consommer" de l'informatique. Adressons-nous ici aux amateurs désireux d'asservir le système à leurs projets personnels.

Quel est le problème? Je n'en sais donc rien. Chacun choisira. On peut seulement désirer obtenir le jour de la semaine à partir d'une date donnée. Ou moins encore, simplement tester si une année est bissextile... Mais aussi, peut-être, obtenir l'affichage du calendrier de l'année 1610, ... La base de tout cela est commune, et c'est ce que nous allons examiner.

PLAN SUIVI

- Avertissement arithmétique
- Le comput ecclésiastique
- Calcul d'un calendrier
- Annexe

AVERTISSEMENT ARITHMETIQUE.

Dans ces calcule de calendrier, il faut souvent utiliser la *partie entière* d'un nombre rationnel et le *reste* d'une division euclidienne. Précisons notre language.

Pour tout nombre entier Z et pour tout nombre naturel n non nul, le nombre entier e tel que:

$$n\,e \leq Z < n\,(e+1)$$

est unique. C'est lui que nous appelons: partie entière de Z/n. Quand il faudra le préciser, nous le noterons e(Z/n).

Ainsi, nul ne doute que $e(1982/28) = 70$

mais qui se doute que $e(-25/7) = -4$ ... ?

Certaines calculatrices (Texas par exemple) donnent -3. Il faut donc les ramener à la raison. Nous allons voir comment.

D'abord, parlons aussi du reste. Par voie de conséquence,
- le reste de la division de 25 par 7 est 4,
- mais le reste de la division de -25 par 7 est 3, car:
  $-25 = (7 \times -4) + 3, \quad 0 \leq 3 < 7$ E.M.C.W.

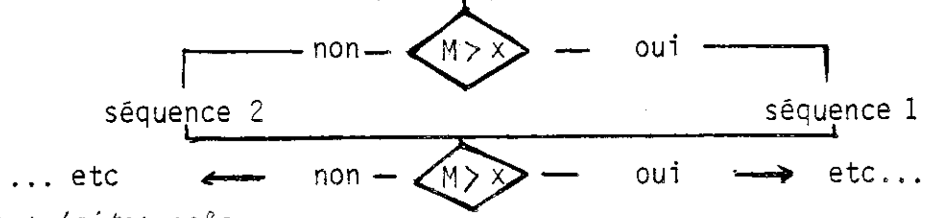
(E.M.C.W. = élémentaire mon cher Watson !)

Pour en revenir aux Texas et autres facétieuses, nous pourrons, par exemple utiliser un drapeau.

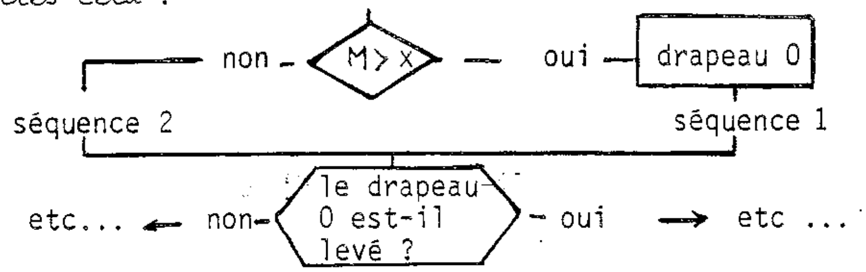
<u>DRAPEAU</u>: *ici, le terme est assez argotique. Il désigne un indicateur binaire, sorte de mémoire destinée à gouverner des bifurcations. Voici un exemple courant de son emploi: Quand vous testez une mémoire* M

vous risquez de ne plus pouvoir la tester de nouveau si, en séquence, vous lui avez affecté une autre donnée... (Certaines machines offrent peu de mémoires...).

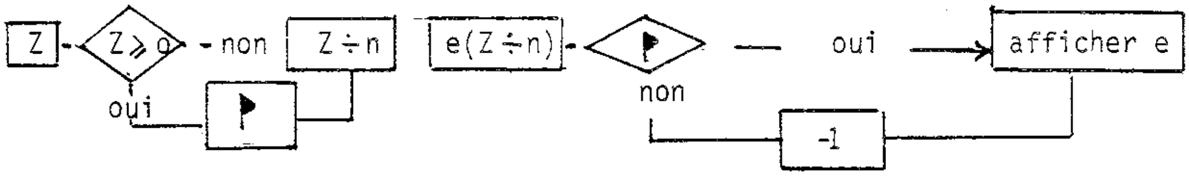
Alors, si vous ne pouvez pas faire ceci:



vous faites cela :



Voici une logique possible, obtenant la partie entière e(Z/n) pour tout Z positif ou négatif:



ce qui s'écrit en langage T I

LRN.CP.x⩾t.A.St flg 0.LblA.÷.R/S.=.Int.INV.If flg0.B.-1.=.Lbl.B.R/S

L'exécution est de l'ordre du dixième de seconde. L'avantage du drapeau est de rester utilisable pour la suite (on y aura recours pour le calcul du reste).

Ces 20 pas de programme se réduisent à ceci sur une CASIO FX 702P :

10.INPZ,N:E=INT(Z/N):PRTE
Là, pas de test à prévoir. L'arithmétique est scrupuleusement respectée par le constructeur.

Dans tout ce qui va suivre, nous retrouverons des recherches de partie entière et de reste, respectivement désignés par:

E(Z/n) et R(Z/n)

pour la division d'un entier Z par un naturel n.

Examinons le comput grégorien:

LE COMPUT GREGORIEN.

Il comporte cinq éléments dont un seul est strictement grégorien. Ce sont des règles de calcul déjà utilisées dans le calendrier julien; en ce qui concerne le cycle solaire, l'indiction romaine, le nombre d'or, la lettre dominicale. Quant à l'épacte, âge de la Lune en début d'année, elle est sans objet avant la réforme grégorienne.

a) Le cycle solaire: (nous le noterons S)

C'est le rang de l'année dans une période de 28 ans (dans le calendrier julien, les dimanches revenaient strictement à la même date tous les 28 ans).

On attribue à l'an 1 le rang S=10. Dès lors, pour un millésime Z quelconque:

$$S = 1 + R\left[(Z+8)/28\right]$$

Le rang de 1983 est ainsi $S = 4$

b) Le nombre d'or : (nous le noterons N)

Gravé en lettres d'or sur les colonnes du temple de Minerve, c'est le rang de l'année dans une période de 19 ans, dite CYCLE DE METON (astronome athénien vers 432 av. JC).

19 années juliennes font 6 939,75 jours, alors que 235 lunaisons en font 6 939,68 ...

Les phases moyennes de la Lune seraient donc ramenées aux mêmes dates tous les 19 ans, sans ces fichues années bissextiles qui étendent la période à 76 ans... et encore ! N'oublions pas la rupture des années séculaires.

Quoi qu'il en soit, un calendrier complet exhibe le nombre d'or et, par ailleurs avec le cycle solaire et l'indiction il conduit à la période de Scaliger dont nous dirons deux mots.

L'an 1 de l'ère chrétienne a reçu 2 comme nombre d'or. On a donc, pour un millésime quelconque, positif ou négatif (ou nul)

$$N = 1 + R(Z/19)$$

Pour 1983 $N = 8$

c) L'indiction romaine. (nous la notons I)

Son rôle se limite à ce qu'en disait Lalande: " ... figure dans les actes de la Cour de Rome et de la République de Venise..."

Comme les éléments précédents, elle entre dans le calcul de Scaliger, et l'indiction peut, par ailleurs, constituer un repère dans certaines recherches sur des textes historiques.

L'indiction de l'année 1 est 4. D'où notre formule

$$I = R\left[(Z+2)/15\right] + 1$$

puisque la période est de 15 ans.

En 1983 $I = 4$.

d) L'an -4712.

Revoir Couderc pour la période de Scaliger, qui est le produit:

28 x 19 x 15 = 7980

Avec les formules données ci-dessus, vous vérifierez que pour l'année -4712,

$S = 1$ $N = 1$ $I = 1$

ce qui confirmera le point de départ de la dite période.

Naturellement, vous obtiendrez le rang d'une année de millésime Z dans la période de Scaliger en faisant le produit: S x N x I = J ; J comme Joseph (Scaliger)

Pour 1983:

$$J = 4 \times 8 \times 4 = 128$$

C'est donc la seule année admettant ces trois nombres pour S, N et I parmi les 7980 années de la période, puisque 28, 19 et 15 sont premiers entre eux.

e) La lettre dominicale. (nous la notons L)

Là aussi, renvoyons à Couderc, qui explique fort bien le processus. Pour notre travail informatique, nous aurons intérêt à parler plutôt de NOMBRE DOMINICAL que seuls les systèmes comportant des possibilités alphanumériques pourront convertir en LETTRE.

Nous aurons donc à numéroter les premiers jours de janvier de 1 à 7 (correspondance de A à G) et à réitérer jusqu'au 31 décembre, qui portera le numéro 1 (lettre A). Dans les années bissextiles, le 1er mars et le 29 février portent le même numéro (4 ou D) ce qui conduit à l'utilisation d'une seconde lettre dominicale à partir du 1er mars et par conséquent un second nombre dominical.

Nous en tiendrons compte pour le COMPUT automatique, mais il y a d'autres moyens pour trouver de meilleurs chemins.

Les années étant bissextiles tous les quatre ans, sauf les années séculaires qui le sont une fois sur 4, nous devrons calculer sur 3 catégories de congruences:

1) modulo 4 sur les années
2) modulo 4 sur les siècles
3) modulo 7 pour la semaine

et nous trouverons pour un millésime Z quelconque

- le siècle $C = E(Z/100)$
- son reste modulo 4 $R(C/4)$
- l'année dans le siècle $A = R(Z/100)$
- sa partie entière (diviseur 4) $E(A/4)$

Calculons alors $\lambda = 2\,R(C/4) - \left[A + E(A/4)\right]$

et $L = R(\lambda/7) + 1$

Les variations bissextiles sont ainsi absorbées, sans recours à des branchements conditionnels qui, dans les programmes, grèvent toujours le budget octets. Il faut d'ailleurs un tel test pour faire afficher les deux nombres (ou les deux lettres). Le calcul précédent ne donne que le nombre dominical valable après février. Il faut faire (L + 1) modulo 7 pour obtenir l'autre. A l'affichage on le placera à gauche du premier.

Calcul de L pour 1983:

$C = 19$ $R(C/4) = 3$ $A = 83$ $E(A/4) = 20$

$\lambda = 2 \times 3 - (83 + 20) = -97$ et $L = 2$ (ou B)

Le 2 janvier 1983 est donc un dimanche, ce qui donne aussitôt tous les dimanches de l'année.

f) L'épacte. (je l'appellerai ε)

"Pâques est le dimanche qui suit le quatorzième jour de la Lune qui atteint cet âge au 21 mars ou immédiatement après"

Dixit le Concile de Nicée (325) dont la décision est toujours en vigueur.

Nécessité donc de connaître les dates des dimanches et l'âge de la Lune. Pâques pourra alors osciller entre le 22 mars et le 24 avril inclus, soit 35 dates possibles (voir Couderc).

L'épacte est l'âge de la Lune au 1er janvier. Mais à chaque année séculaire commune on lui retranche un jour (équation solaire). Pire, tous les 300 ans, lors de l'année séculaire, on ajoute 1 mais quand on l'a fait 7 fois de suite on attend 400 ans (équation lunaire). En 25 siècles, l'équation lunaire égale donc 8. J'en tiens compte dans le déroulement ci-dessous.

On fera $P = R(Z/19)$ $C = E(Z/100)$ $M = E(C/4)$ et $N = E\left[(8\ C + 13)/25\right]$

$\Delta = P + 8 - C + M + N$ et $\mathcal{E} = R\ (\Delta/30)$

Pour 1983, nous aurons:

$P = 7$ $C = 19$ $M = 3$ $N = 6$

$\Delta = 7 + 8 - 19 + 3 + 6 = 5$ $\mathcal{E} = 5$

g) Les fêtes religieuses mobiles.

La connaissance de l'épacte et de la lettre dominicale peut suffir au calcul complet du calendrier. Néanmoins, une synthèse de toutes ces notions est souhaitable. La date de Pâques conditionne les dates des autres fêtes (voir annexe).

Soit:

$X = R\left[(11 \times R(Z/19) + 14)\ /30\right]$ $W = \left[R(Z/19)\right]/\ 11$

$Y = R\left[(\mathcal{E} + 6)\ /30\right]$ $T = E\left[(30 + W - Y)/30\right]$

La date de Pâques en jours de mars est alors:

$$\pi = 51 - Y - T + R\left[(\ Y + T + 4R(Z/7) + 2R(Z/4) + 6R(C/7) + 2R(C/4) + 3)\ /\ 7\right]$$

si $\pi = 31$ on prendra $R(\pi/31)$

Le cycle de Méton (19) et celui des épactes (30) y interviennent en force.

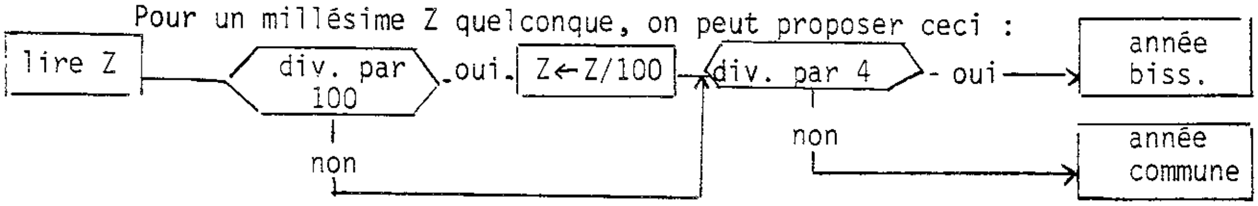
On voit que le programme sera simple, avec un tout petit test à la fin pour déterminer mars ou avril.

CALCUL D'UN CALENDRIER QUELCONQUE.

Nous chercherons à obtenir, pour une année quelconque, la correspondance entre quantième et jour de semaine.

Il nous faudra d'abord connaître la nature (commune ou bissextile) de l'année.

Pour un millésime Z quelconque, on peut proposer ceci :



Il y a donc deux tests de divisibilité.

L'affichage de cette donnée est une introduction raisonnable, après quoi on peut procéder à l'affichage des 5 éléments du comput, puis de la fête de Pâques, soit à une distance fixe du 1er janvier. C'est donc enfantin à programmer à partir du rang dans l'année.

Numérotons

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0	1	2	3	4	5	6

Si nous partons du 24 février 1982 qui est un mercredi, pour calculer quel jour tombe le 30 octobre de la même année, il suffit de savoir:

le rang du 24 février 55ème jour
le rang du 30 octobre 303ème jour
le code du mercredi 2

On fait alors:

$$R\left[2 + (303-55) / 7\right] = 5 \quad \text{(samedi)}$$

Dans un ordinateur, on stockera en DATA les rangs des fêtes civiles ou religieuses qu'on veut traiter. Il ne faudra pas oublier le test des années bissextiles qui éventuellement ajoutera 1 aux jours postérieurs à février.

Pour une année Z dont on ne connait rien (1431, 1610, 1715, etc...) le programme devra d'abord rejeter les millésimes antérieurs à la réforme. C'est très épineux puisque ce test est conditionné par l'adoption du calendrier grégorien, que certains pays ont décidé plusieurs siècles plus tard.

On peut se contenter de faire afficher un "panneau" groupant les principales dates, et traiter à la demande tout m llésime supérieur à 1581.

Soit à calculer:

a) le jour de la semaine correspondant à une date quelconque (c'est nécessaire à la déduction de tout le calendrier de l'année).Dans le souci de ne pas multiplier les tests, voici ce qu'on peut faire:

Soit une date ZMJ (exemple 19830804 pour 4 août 1983). On peut l'introduire selon ce codage qu'on traitera en splittage (voir explication de cemot ci-dessous), ou alors en clair pour traitement alphanumérique.

SPLITTAGE (anglais "to split": séparer, diviser...)

C'est un procédé de programmation, très utile quand le système est avare en mémoires.

Si je veux stocker 5 octobre 1983, je peux stocker:
05 en mémoire A
10 en mémoire B
1983 en mémoire C

Mais je peux aussi stocker le mot 19831005 dans une seule mémoire M. Sur une programmable de poche (TI ou HP) je puis alors extraire une à une les trois données en faisant par exemple:

E(M/10000) (= 1983)
E(M - E(M/10 000)x10000)/100 (= 10)
etc...

E signifiant toujours: partie entière
Des astuces permettent de réduire le nombre de pas nécessaires.
Avec un microordinateur, on peut faite (en Basic):

```
M$ = 19831005
A$ = LEFT$ (M$,4)        c'est 1983
B$ = MID$ (M$, 5, 2)     c'est 10
C$ = RIGHT$ (M$,2)       c'est 05
```

On dégagera

$\boxed{K = 31(M-1) + J +(365 \times Z)}$

$\boxed{Z \leftarrow Z-1}$ ← non ⟨ M > 2 ⟩ oui →

$\boxed{L + K + E(Z/4)-E(3/4 +(E(Z/100)x3/4))}$ ← $\boxed{K + K-E((4/10 \times M)+2,3)}$

$\boxed{S = R((L+5)/7)}$

S est le code du jour cherché.

Pour le cas cité $Z = 1983$, $M= 08$ $J = 04$
on a:
d'abord $K = 31 \times (8-1) + 4 + (365 \times 1983) = 724\,016$
puis, après oui au test:

$$K = 724\,016 - E((0,4 \times 4) + 2,3) = 724\,011$$

$$L = 724\,011 + E(1983/4) - E(\,0,75 + (E(1983/100) \times 0,75)) = 724\,491$$

et

$$S = R((724\,491 + 5)/7) = 3$$

Le 4 août 1983 est donc, d'après notre code, un mardi

De plus en plus E M C W !

b) Le nombre de jours entre deux dates.

Cette fois, c'est honteusement débile. Il suffit de calculer le terme L ci-dessus pour chacune des deux dates et de soustraire!

Tout est dit, rien n'est fait: prenez du papier, un crayon, une gomme, sachez ce que vous voulez obtenir, dressez un ordinogramme et programmez dans le language connu de votre système.

Même si vous obtenez totale satisfaction par l'affichage de tous les renseignements possibles sur l'année de votre choix, ayez une pensée pour J.Baptiste SCHWILGUE, horloger de Strasbourg, dont l'horloge astronomique fournit depuis cent quarante ans et pour chaque année:

- tous les éléments du comput
- le calendrier complet, avec calcul automatique des fêtes mobiles, années bissextiles ou non
- le temps moyen de Strasbourg, l'heure légale
- le mouvement des constellations sur une sphère céleste, les phases de la Lune, les éclipses, les mouvements des grosses planètes... j'en passe.

Si vous passez à Strasbourg en vous donnant la peine d'examiner de près l'incroyable résultat, l'infinie précision despièces usinées une à une pour résoudre des problèmes comme la réduction à l'écliptique, l'équation annuelle, la variation et l'évection, l'équation du centre en songeant que, pour que ça marche, il suffit de remonter l'horloge, vous ne direz sans doute pas

E M C W ... !

Maurice CARMAGNOLE

- annexe -

Pour "positionner les dates des fêtes:

1- Mobiles religieuses:

Mardi gras	: Pâques	- 47 jours	mardi
Mi-carême		- 24	jeudi
Passion		- 14	dimanche
Rameaux		- 7	dimanche
Ascension		+ 39	jeudi
Pentecôte		+ 49	dimanche
Fête-Dieu		+ 60	jeudi

2- Mobiles civiles: (légales)

Souvenir des déportés dernier dimanche avril
Jeanne d'Arc: 2ème dimanche de mai
Fête des mères: dernier dimanche de mai
(sauf si coïncide avec pentecôte, alors report d'une semaine).

3- Fixes religieuses:

Assomption: 15 août
Toussaint: 1er novembre
Noël : 25 décembre

4- Fixes civiles:

jour de l'an: 1er janvier
fête du travail: 1er mai
Armistice 1918 : 11 novembre
fête nationale: 14 juillet

Le programme aura donc pour tâche la recherche du jour de semaine pour les fêtes fixes et du quantième pour les fêtes mobiles.