Les jours juliens

des astronomes

L'algorithme de calcul

Ce qu'on nomme **jours juliens** en astronomie et spatial et dans quelques autres secteurs scientifiques est un système de datation en **nombre jours écoulés depuis une certaine date origine** que nous précisons plus loin. Ces jours sont décimaux et peuvent comporter après la virgule des fractions d'heures, minutes, secondes.... Le qualificatif julien pour ces jours est assez mal choisi car ce système est indépendant de tout calendrier et est valable que le calendrier utilisé soit julien, grégorien ou autre. Mais l'habitude l'a imposé dans de nombreux domaines scientifiques.

Le **calendrier julien**, sans rapport avec les jours juliens, est un calendrier avec des années bissextiles de 366 jours toutes les années multiples de 4, et ceci sans exception et uniquement ces années là. ***L'année julienne comporte 365.25 jours et le siècle julien en comporte donc 36525***.
Le **calendrier grégorien** retire de cette série d'années bissextiles les siècles (années multiples de 100), saufs ceux qui sont multiples de 4 (à savoir les années multiples de 400 restent bissextiles).
Le passage du calendrier julien au calendrier grégorien dépend des états ou des institutions, mais pour les calculs astronomiques on suit la bulle *Inter gravissimas* du pape Grégoire XIII qui décide que le jeudi 4/10/1582 (dernier jour du calendrier julien) est suivi du vendredi 15/10/1582 (1er jour du calendrier grégorien). Les jours 5, 6, ... 14 du mois d'octobre 1582 ont disparu dans ce changement de calendrier. Mais certaines entités continuent d'utiliser le calendrier julien même actuellement.

Pour les calculs en jours, on place les fractions d'heures, minutes, secondes, millisecondes... dans la partie décimale des jours, mais ceci est fait différemment dans les jours des calendriers et dans les jours juliens.
Pour les dates des calendriers d/m/a, on utilise pour les années : a un entier relatif, pour les mois : m un entier de 1 à 12, et pour les jours d un décimal supérieur ou égal à 1 et strictement inférieur à 32.
La partie décimale du jour d compte les heures ***à partir de minuit*** (0h). Ainsi[1] le 3.5/4/2000 correspond au 3 avril 2000 à 12h. Un d entier correspond à 0h ce jour là.
Pour les jours juliens jj, la fraction décimale compte les heures ***à partir de midi*** (12h). Il faut donc faire très **attention à ce piège**, les parties fractionnaires des jours d des calendriers et des jours juliens jj **différent de 0.5, c'est-à-dire de 12h**.

L'origine des jours juliens n'a aucune signification historique particulière. Elle est en relation avec les publications effectuées sur la mesure du temps par Joseph Juste Scaliger (1540 à Agen - 1609 à Leyde). Voir quelques explications à la fin du document). Le jour julien jj=0 correspond au 1.5/1/-4712 c'est-à-dire au 1er janvier 4713 avant J.-C. à 12h du calendrier julien.

Dans les algorithmes utilisés, pour simplifier le compte des jours, les informaticiens utilisent une année modifiée qui débute le 1er mars et dont le mois de février (dont le nombre de jours est variable) est situé en dernier. Ainsi, quand *pour une date donnée*, on compte le numéro du jour de la date en question à partir du début de cette année modifiée, *c'est le même numéro* que l'année soit

1 Dans 3.5 nous utilisons le point décimal conformément à l'usage dans les langages informatiques.

normale ou bissextile.
Par ailleurs, pour faciliter les calculs avec des nombres positifs pour les années avant J.-C., un décalage est effectué dans la plupart des algorithmes pour placer une origine intermédiaire de calcul le 1er mars 4801 avant J.-C. à 12h, ***date du calendrier grégorien étendu*** (attention le 1er à 12h c'est d=1.5 et 4801 avant J.-C. c'est a=-4800). Nous évoquons ici, un artifice utilisé par de nombreux informaticiens : ***l'extension du calendrier grégorien dans le passé à une époque où il n'existait pas***.
Pour faire le lien avec des dates ayant une signification historique plus classique, le 1.5/4/-4800 correspond au 7.5/4/-4800 (autrement dit au 7 avril 4801 avant J.-C à 12h) du calendrier julien qui était en vigueur avant le 15/10/1582 mais pas encore à cette époque puisqu'il n'a été instauré qu'en -45 (46 avant J.-C.). Quoi qu'il en soit, cette date correspond au jour julien -32045 dans tous les cas (indépendant de tout calendrier).

Attention : En dehors des algorithmes spécialisés utilisés en astronomie ou en spatial, ***la plupart des algorithmes sont erronés pour l'époque pré-grégorienne***. En effet ils étendent le calendrier grégorien à des époques où ce calendrier n'existait pas. Ainsi, si vous calculez en visual basic dans Excel ou ailleurs le nombre de jours de l'année 1582 par la fonction `DateDiff("d", #1/1/1582#, #1/1/1583#)` vous obtiendriez 365 jours alors que cette année n'en a comporté que 355 puisque les jours 5, 6,..., 14 octobre 1582 n'ont pas existé. Tapez cette ligne dans un éditeur de texte :
`MsgBox DateDiff("d", #1/1/1582#, #1/1/1583#)`
Sauvegardez le fichier sous le nom `testdif.vbs` et exécutez le (cliquez sur son nom dans l'explorateur de fichier où tapez son nom dans une console ouverte dans le répertoire de ce fichier). Vous pouvez essayer d'autres dates, et vous constaterez que la commutation de calendrier n'est pas prise en compte.

Voici deux algorithmes de conversion, écrits en matlab/octave qui prennent en compte le changement de calendrier :

Conversion date en jour julien :

```
function JJ = dmy2jul(d, m, a)
% dmy2jul : Conversion jour decimal, mois, an en jours juliens
% Usage : JJ = dmy2jul(d, m, a)
% Entrees : d = jour decimal de 1.000 a 31.999 (10.5 c'est le 10 a midi)
%           m = mois (1 a 12)
%           a = annee (attention 1 av. J.-C. est note 0, etc..)
% Retour  : JJ = nombre de jours decimaux ecoules depuis le 1/1/-4712 a 12h
% ATTENTION : Une valeur de d entiere correspond a Oh (minuit) et a un JJ se
% terminant par .5. Inversement, une valeur de d se terminant par 0.5
% correspond a 12h (midi) et a une valeur entiere de JJ.
if nargin != 3
  error('dmy2jul necessite 3 arguments : jour decimal, mois, annee !!');
  return
end
% Changement origine des annees pour qu'elles soient > 0 afin que
% les troncatures soient toutes dans le meme sens
  A = a + 4800;
% Changement origine au 1er Mars, afin que la succession des jours
% soit toujours la meme
  M = m;
  if M <= 2
```

```
    A--;
    M += 12;
  end
% Correction Julienne/gregorienne
  if a < 1582 || (a == 1582 && m < 10) || (a == 1582 && m == 10 && d <15)
    JJ = -38.;
  else
    JJ = floor(A/400) - floor(A/100);
  end
% Decompte avec troncature magique pour les 30/31 et correction des
% changements d'origine
  JJ += d + floor(36525*A/100) + floor(306*(M+1)/10) - 32167.5;
endfunction
```

Conversion jour Julien en date :

```
function [jdec, mois, an] = jul2jma(JJ)
% jul2dmy : Conversion jour julien en  jour/mois/annee
% Usage : [jdec, mois, an] = jul2dmy(JJ)
% Entree : JJ = date julienne en jours decimaux depuis le Lundi 1/1/-4712 a 12h
% Sortie :
%    jdec = jour decimal : le 10.5 c'est le 10 a midi.
%    mois de 1 à 12
%    an = annee ( 1 av. J.-C. est note 0, etc..)
% Attention : jdec termine par .5 quand JJ termine par .0 et reciproquement
% Decompte les siecles depuis le 1.5/3/-4801 en gregorien etendu
  jj = JJ + 0.5;
  sic = floor((100*jj + 3204500)/3652425);
% Correction bissextiles julienne/gregorienne
  jjm = jj + 1486;
  if jj > 2299160.5
    jjm += sic - floor(sic/4);
  else
    jjm += 38;
  end
% Troncatures magiques prenant en compte l'origine au 1er mars
  ans = floor((100*jjm - 12210)/36525);
  jrs = floor((36525*ans)/100);
  mp1 = floor(((jjm - jrs)*100)/3061);
  jdec = jjm - jrs - floor((306*mp1)/10) + JJ + 0.5 - jj;
  mois = mp1 - 1; if (mp1 > 13), mois -= 12; end
  an = ans - 4715; if (mois > 2), an -= 1; end
endfunction
```

L'origine des jours juliens

Cette origine provient d'un choix effectué par Joseph Juste Scaliger à l'époque de l'instauration du calendrier grégorien. Pour expliquer ce choix nous présentons d'abord les éléments qui étaient considérés à l'époque comme essentiels dans l'élaboration des calendriers.

Les éléments du comput ecclésiastique

Le calcul des dates des fêtes religieuses (Pâques...) est un ensemble d'opérations complexes ,appelé ***comput ecclésiastique***, qui prend en considération les éléments suivants :

Le nombre d'or (*du comput ecclésiastique*) : Ce nombre d'or n'a rien à voir avec celui des mathématiciens. C'est un nombre valant 1 à 19 qui est un numéro attribué à une année relativement au cycle de Méton (19 années juliennes = 235 lunaisons). C'est le millésime de l'année modulo 19, plus une unité. Autrement dit l'an 1 a pour nombre d'or 2, l'an 18 a pour nombre d'or 19, l'an 19 à pour nombre d'or 1, l'an 20 a pour nombre d'or 2..., l'an 1900 à pour nombre d'or 1, l'an 1918 a pour nombre d'or 19...

L'épacte : Âge ecclésiastique de la Lune le 1er janvier, en convenant qu'il vaut 0 pour la nouvelle lune. Il varie donc de 0 à 29. C'est aussi le nombre de jours entre la dernière nouvelle lune de l'année précédente et le 1er janvier qui suit.

La lettre dominicale : En nommant A, B, C, D, E, F et G les 7 premiers jours d'une année, la lettre dominicale de cette année est celle qui correspond au premier Dimanche. On attribue aux jours de l'année la lettre qui leur correspond dans cette succession. Ainsi le 3 janvier 2011 étant un dimanche, la lettre dominicale de 2011 est C, tous les lundi sont D... Mais pour les années bissextiles cette correspondance s'arrête au 29 février. Dans ce cas, Il faut, pour les 10 derniers mois de l'année, indiquer une deuxième lettre dominicale qui est la lettre précédente (sauf pour A dont la deuxième lettre dominicale sera G).

Cycle dominical (également appelé cycle solaire) : Période de 28 ans au bout de laquelle, dans le calendrier julien, les lettres dominicales recommencent à se suivre dans le même ordre. Ce serait 7 ans sans années bissextiles, mais avec celles-ci ce n"est qu'au bout de 4×7 = 28 années. Chaque année est caractérisée par son rang dans ce cycle : $c = 1 + \text{reste}\left[\frac{\text{année}+8}{28}\right]$

Indiction romaine : Période totalement arbitraire de 15 ans (pour la perception d'un impôt exceptionnel levé par les empereurs romains) utilisée pour numéroter les années (de 1 à 15). Ce nombre est donné par $i = 3 + \text{reste}\left[\frac{\text{année}}{15}\right]$

Le cycle de Scaliger

Joseph Juste Scaliger a utilisé ces éléments pour introduire une grande période julienne de 7980 années juliennes de 365.25 jours, c'est-à-dire de 2914695 jours. Cette période est tout simplement un multiple des cycles : 28 (Dominical) × 19 (Méton) × 15 (Indiction) = 7980 .

Scaliger a fixé le début de son cycle le lundi 1er janvier 4713 avant J.-C. à midi, c'est-à-dire le lundi 1/1/-4712. Le cycle se terminera 2914695 jours plus tard le 1/1/3268 julien (extrapolé) , c'est-à-dire le 23 janvier 3268 grégorien.

Pour calculer le jour de la semaine d'une date, on procède comme suit :

Le numéro Scaliger a d'une année vaut .

Ainsi pour 2023, on a : a = 4712 + 2023 = 6735

Le numéro Scaliger du 1er premier jour de cette année (en mode julien) est $\lceil 365.25 \times a \rceil = \lceil 2459958.75 \rceil = 2459959$. Comme $\text{reste}\left[\frac{2459959}{7}\right] = 5$ et que le jour n° 0 (1/1/-4712) est un lundi, ce jour est un samedi. Effectivement le 1/1/2023 du calendrier julien (extrapolé) est un samedi. C'est le Samedi 14 janvier 2023 de notre calendrier grégorien.