

GPS et le syndrome de

l'an 2000

Claude Million

Les terreurs millénaristes sont marquées par leurs époques : il paraît qu'en l'an mille on dansait dans les cimetières en attendant la fin du monde. En l'an deux mille on attend une panne générale des ordinateurs. Le cas particulier du passage de l'an deux mille par GPS est assez original pour qu'on s'y arrête.

D'abord pourquoi est-il particulier ? Qu'est-ce qui le distingue de la panne informatique générale ? On va montrer que c'est à la fois le même problème qui se pose, mais qu'il est totalement différent du problème général.

On va caractériser le problème général par un exemple très simple, car il est assez bien connu. Nous avons vécu des temps où les positions en mémoire des variables informatiques étaient comptées, nous n'en sommes plus là, mais nous avons hérité de millions de programmes écrits ; en ces temps de pénurie, et comme ces programmes marchent on les a utilisés de façon routinière. Or, dans un grand nombre d'entre eux, l'année de la date est codée sur deux chiffres décimaux soit 99 pour 1999, puis 00 pour 2000. Prenons le cas simple d'une banque entièrement automatisée, au passage de 1999 à 2000 elle va calculer les intérêts d'un prêt consenti à un de ses clients. L'ordinateur va faire le calcul :

$(00-99) \times (\text{taux d'intérêt du prêt})$ et "débit" cette somme sur le compte du client, qui, en raison de la règle des signes, se verra **créditer** de 99 fois les intérêts qu'il doit.

Ce n'est qu'un exemple, il paraît que les programmes sont truffés de pièges de cette nature qui pourraient provoquer des catastrophes. Pour les éviter il faut reprendre les "sources" des programmes qui sont écrits dans des langages souvent anciens (Cobol, Algol, voire Fortran première manière), d'où la recherche éperdue des anciens programmeurs qui connaissent ces langages, et même la formation de nouveaux programmeurs à ces anciens langages (Qu'en fera-t-on quand l'an 2000 sera passé ?). Parfois les sources n'existent plus, c'est souvent le cas des programmes les meilleurs, pour lesquels on s'est jamais posé la question de leur maintenance. Il faut "désassembler" le code machine et ce n'est pas facile.

Bref, les Américains prévoient un *Armageddon* informatique qu'il est conseillé de simuler en décalant les horloges des ordinateurs au 31 décembre 1999 à 23 h 59 et d'attendre pour voir ce qui se passe. Pas très facile pour une banque de fermer une journée pour voir. Certains diront : et après avoir vu, on fait quoi ?

Pour GPS le problème est un peu différent. Le temps GPS est mesuré en semaines et en secondes de la semaine, et cela, depuis le 6 janvier 1980 qui tombait un début de semaine. Aujourd'hui, 26 août 1998, nous sommes dans la 970^e semaine GPS.

Le "temps GPS" de départ d'un signal est "daté" en semaines par l'émission du satellite qu'on reçoit, et cela, sur 10 chiffres binaires (bits) de la semaine 0 à la semaine 1023.

Au-delà de 1023 semaines le "compteur" repassera à 0, au lieu de 1024 dont l'écriture demanderait 11 chiffres binaires. Il n'y a donc aucune raison pour que cela se produise le 1^{er} janvier 2000.

On peut faire le calcul :

Le 6 janvier 1980, date origine des temps GPS, correspond au Jour Julien 2444244,5 ; si on ajoute 1024 semaines de sept jours à cette date, soit 7168 jours on atteint la date Julienne 2451412,5 qui correspond au **22 août 1999 à 0 h GPS soit 23 h 59' 47" de TU.**

De fait, les choses vont se passer de la manière suivante :

<i>Semaine commençant à 00,00 h GPS le</i>	<i>Semaine GPS du message diffusé par les satellites</i>
8 août 1999	1022
15 août 1999	1023
22 août 1999	0
29 août 1999	1

On remarque que pour GPS la semaine "commence" le dimanche, alors que le Créateur s'est reposé le dernier jour de la semaine, étrange inversion pour des Américains qui connaissent mieux la Genèse que le système décimal...

De plus, en raison du décalage entre le temps GPS, qui est un temps TAI (temps atomique international), et le temps universel coordonné (TUC), les choses vont se passer à minuit GPS, et non à minuit TUC, le décalage ne serait que de 13 secondes actuellement.

Si on s'en rapporte aux dernières déclarations faites lors de la séance inaugurale de ION-GPS 1997 les prévisions ne seraient pas aussi noires que pour les problèmes informatiques. Il est simplement recommandé de bien vérifier ce qui sortira des récepteurs ce jour-là, c'est ce qui s'appelle ne pas se mouiller...

Pourtant, à certains indices on pourrait s'alarmer : Un organisme officiel, le GPS Joint Program Office (JPO) prévoit de tester tous les récepteurs GPS comme on l'a proposé pour les banques. Comme il faut "imiter" la situation de GPS à la date du 22 août il recommande d'utiliser des simulateurs spécialisés, qui fleurissent actuellement dans les annonces du commerce, et de se placer le 21 août 1999 à 23h 30' afin de voir comment le récepteur réagira au changement de semaine... Après quoi rapprochez-vous de votre fournisseur.

Heureusement, toutes les prévisions des experts ne sont pas aussi pessimistes :

Prenons les problèmes les plus simples : il peut se trouver que l'almanach enregistré avant la date de passage qui aura été mis à jour la semaine 1023 ne pourra pas extrapoler à la semaine 0. Il ne pourra donc pas "connaître" les satellites visibles du lieu de réception.

Chaque satellite transmet les éphémérides, et toutes les autres informations, dont les données de l'almanach, toutes les douze minutes et demie, les données de l'almanach sont seules conservées en mémoire même après l'arrêt de l'appareil. On se retrouvera donc dans la position qui était celle du récepteur lorsqu'on l'a démarré la première fois. Cela peut prendre environ vingt minutes, en tout cas cela sera fonction du nombre des satellites visibles du lieu de réception. Ce défaut, parfois appelé "démarrage à froid", peut être considéré comme à peu près certain. Toutefois, les données de l'almanach étant codées sur un octet, on a pu, déjà par le passé, rencontrer ce problème, surtout si l'appareil a plus de 256 semaines de service — un peu moins de cinq ans — on ne sera donc pas surpris. Donc, tout dépend de l'âge du récepteur.

Un autre problème peut venir du calcul de la date civile, c'est un problème de logiciel, comme celui des banques :

Imaginons que le logiciel fasse le calcul de la date civile comme nous l'avons fait plus haut, la semaine 0 commencera le 6 janvier 1980, le lendemain sera le 7 et ainsi de suite, en revanche, pour les calculs internes de GPS, vingt minutes après l'heure de passage, le récepteur aura des éphémérides "fraîches" donc le calcul de la position sera correct, mais l'affichage de la date sera faux.

On a deux cas, le premier concerne les opérations en temps différé, le logiciel est par conséquent extérieur à l'appareil il suffira de corriger ou de faire corriger le bogue. Le second cas est celui des opérations en temps dit "réel", en fait en temps très légèrement différé, pour les implantations par exemple, le logiciel est contenu dans une PROM, mémoire programmable en lecture seule, il faudra donc la changer : encore deux cas, soit la mémoire en question est soudée, il faudra retourner l'appareil à son fabricant, soit elle est enfichée, en ce cas les moins maladroits pourront la changer eux-mêmes, après avoir reçu la nouvelle PROM de leur fournisseur.

Pour la position le seul réel problème est le suivant : si à l'instant du passage vous avez des éphémérides anciennes d'une époque 1023 semaines + a (secondes) et que votre horloge au lieu d'indiquer 1024 semaines + b secondes indique 0 semaine + b secondes l'extrapolation des anciennes éphémérides au temps présent va donner, sur l'instant, des résultats faux. Lorsque de nouvelles éphémérides seront reçues tout rentrera dans l'ordre. Donc, topographes utilisateurs de GPS, restez couchés bien au chaud dans la nuit du 21 au 22 août 1999.

Bien entendu les choses ne sont pas aussi graves, il est bien évident que les fabricants des récepteurs étaient capables de tenir les mêmes raisonnements que nous, surtout qu'il ne fallait pas grand-chose pour porter remède à ces défauts. Deux instructions conditionnelles suffisaient.

Il paraît certain que pour les appareils de moins de cinq ou dix ans les corrections des logiciels "soudés", "enfichés", ou "écrits" ne sont pas nécessaires. En revanche, les auteurs paraissent plus pessimistes pour les appareils plus anciens. On a publié sur Internet (Cruising World, de mai 1997 titre New-Age Navigating) une liste des différents appareils dédiés à la navigation, leurs fournisseurs, avec en regard les dispositions à prendre. On ne peut la reproduire ici faute d'avoir pu vérifier toutes les informations contenues dans ce texte. La consultation des "sites" des fabricants n'a rien donné sur ce sujet.

(e-mail : Claude.Million@Wanadoo.fr).