

Anecdotes – Représentation des nombres réels

L'utilisation d'un nombre limité de chiffres binaires, notamment pour les nombres à virgules, peut être la source de bugs conséquents. Voici quelques exemples de problèmes réellement arrivés qui ont eu de lourdes conséquences. (Ce qui suit est un extrait du livre *Prépabac* de chez *Hatier*)

À la bourse de Vancouver

L'indice boursier est un nombre qui mesure la « santé » d'un marché boursier. Il est calculé plusieurs fois par jour et sa valeur de clôture à la fin de journée indique si la bourse est en hausse ou en baisse.

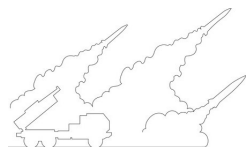


En 1982, la bourse de Vancouver a créé son propre indice, initialisé à 1000, et recalculé à chaque modification du prix de vente d'une action, presque 3000 fois par jour, à partir de l'indice précédent.

Après chaque calcul, seules les trois premières décimales du résultat étaient conservées et réinjectées dans le calcul suivant. Cet arrondi par défaut systématique a conduit, en deux ans, à un indice avoisinant 500 alors qu'un calcul exact, réalisé plus tard, a montré que l'indice valait en réalité un peu plus de 1000.

Antimissile *Patriot*

Lors du premier conflit États-Unis/Irak, en 1991, les américains disposaient d'antimissiles (*Patriot*) pour intercepter les missiles irakiens (*Scud*). Les *Patriot* disposaient d'une horloge interne émettant un signal toutes les 0,1 seconde. Le temps écoulé était obtenu en multipliant 0,1 par le nombre de signaux d'horloge reçus.



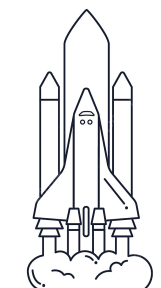
La représentation de 0,1 est inexacte : $0,1_{10} = 0,00011001100110011001\overline{10}_2$ (la barre au-dessus des chiffres signifie que le motif est répété à l'infini en théorie). La valeur effective en machine est ainsi très légèrement inférieure à la valeur théorique et donc inexacte.

Cette petite erreur, multipliée par le nombre conséquent de signaux d'horloge reçus en 100 heures conduit à un décalage d'horloge interne de 0,34 seconde. À la vitesse d'un missile, ce décalage correspond à un déplacement de plus de 550 m. Ainsi un *Patriot* est passé à plus de 500 m du *Scud* qu'il devait intercepter, provoquant indirectement la mort de 28 personnes.

Vol 501 d'Ariane V

Le 4 juin 1996, la fusée Ariane V a été détruite en vol 37 secondes après son lancement, suite à un problème dans la centrale inertielle. Déjà utilisé sur Ariane IV, le système a eu un comportement inattendu avec Ariane V. Initialement codée comme nombre flottant double précision (sur 64 bits), la valeur de l'accélération horizontale était convertie, durant le processus de contrôle de la fusée, en un nombre entier signé codé sur 16 bits.

La valeur de l'accélération étant trop grande, la conversion du nombre en entier a échoué, provoquant une réaction en chaîne dans le pilote automatique qui a abouti à l'autodestruction de la fusée.



Dans ce cas, c'est la représentation des nombres entiers qui est en cause.