

# Calcul flottant

Paul Zimmermann

Lycée Jeanne d'Arc, 5 mars 2010

$$3^{21}$$

$$3^{21}$$

Casio Graph 25+ ou Casio College 2D :

$$1.046035320 \cdot 10^{10}$$

$$e^{\pi\sqrt{163}}$$

$$e^{\pi\sqrt{163}}$$

Casio Graph 25+ :

$$2.62537412 \cdot 10^{17}$$

Casio College 2D :

$$2.625374126 \cdot 10^{17}$$

En mode *radian* :

$$\sin(10^{22})$$

Casio Graph 25+, College 2D :  
*Math Error*

En mode *radian* :

$$\sin(10^{22})$$

Casio Graph 25+, College 2D :  
*Math Error*

$$\sin(10^8)$$

Casio Graph 25+, College 2D :  
*= 0.9316391026*

En mode *radian* :

$$\sin(103993)$$

Casio Graph 25+, Casio College 2D :

$$-1.912900000 \cdot 10^{-5}$$



Casio Graph 25+ :

1 -> A

1 -> B

While ((A+1) - A) - 1 = 0

2\*A -> A

A

WhileEnd

While ((A+B) - A) - B <> 0

B+1 -> B

B

WhileEnd

2

4

8

...

8589934592

1.71798691e+10

...

1.1258999e+15

2

3

4

...

10

Quel est le signe de

$$\frac{1335y^6}{4} + x^2(11x^2y^2 - y^6 - 121y^4 - 2) + \frac{11y^8}{2} + \frac{x}{2y}$$

pour  $x = 77617$  et  $y = 33096$  ?

# Qu'est-ce qu'un nombre flottant ?

$$-6.02214179e23 = \underbrace{(-1)}_{\text{signe}} \cdot \underbrace{602214179}_{\text{mantisse}} \cdot \underbrace{10}_{\text{base}}^{\overbrace{15}^{\text{exposant}}}$$

$$(-1) \cdot 11111111000011000011000101 \cdot 2^{53}$$

Standardise les calculs flottants.

Double précision : base 2, mantisse 53 bits.

Même programme  $\implies$  mêmes résultats.

Chaque opération suppose que ses entrées sont exactes.

Quatre modes d'arrondis : vers  $-\infty$ , 0,  $+\infty$ , au plus proche.

Un seul résultat correct pour chaque opération !

# L'échec de l'anti-missile Patriot

En 1991, pendant la guerre du Golfe, un anti-missile Patriot manque l'interception d'un missile Scud. Bilan : 28 soldats morts.

La position de l'anti-missile est calculée en multiples de dixièmes de seconde.

Un compteur totalise le nombre de dixièmes de seconde depuis le démarrage de l'horloge du Patriot.

Le format utilisé est en base 2 avec mantisse de 24 bits.

$\frac{1}{10}$  n'est pas exactement représentable en binaire.

Pour représenter  $1/10$ , on a utilisé (en binaire) :

0.00011001100110011001100

L'erreur est d'environ 0.000000095 en décimal.

Après 100 heures, l'erreur totale est :

$0.000000095 \cdot 100 \cdot 3600 \cdot 10 \approx 0.34$

Pendant ce temps, un Scud (1676 m/s) parcourt près de 600 mètres !



Si au lieu de tronquer  $1/10$  on avait arrondi au plus proche :

0.00011001100110011001101

alors l'erreur aurait été de 0.000000024 au lieu de 0.000000095

soit environ 140 mètres au lieu de 600 !

# Que fait un chercheur ?

Il écrit des articles.

Il les soumet pour publication dans des journaux ou conférences.

Il lit (ou relit) les articles écrits par d'autres chercheurs.

Il va présenter ses travaux à des conférences.

Il fait des expériences (en informatique : écrire des programmes).

Il encadre des étudiants.

# Comment devenir chercheur ?

Filière classique : Baccalauréat, université (licence 3 ans, master 2 ans, doctorat 3 ans), concours.

Filière alternative : Baccalauréat, classe préparatoire, école d'ingénieur ou grande école, master, doctorat, concours.

Chercheur : il cherche à temps plein

Enseignant-Chercheur : il partage son temps entre recherche et enseignement.

Maître de Conférences ou Professeur des Universités : 192h équivalent TD par an.

Habilitation : diplôme requis (en France) pour devenir Professeur des Universités et encadrer des thèses de doctorat.