# Optimisations de codes scientifiques

Julien Zory

Centre de Recherche en Informatique

École des mines de Paris

— Colloque Mines Fontainebleau —

Jeudi 05 Juin 1997

# Problématique

- *Une bonne nouvelle :*

  Augmentation de la puissance des processeurs

- *Le constat :*

  Les performances ne suivent pas

- Pourquoi :

  Des architectures complexes

- Quelle solution :

  Automatiser le travail d'optimisation


## – Prévisions météorologiques –

- tornades aux Etats Unis

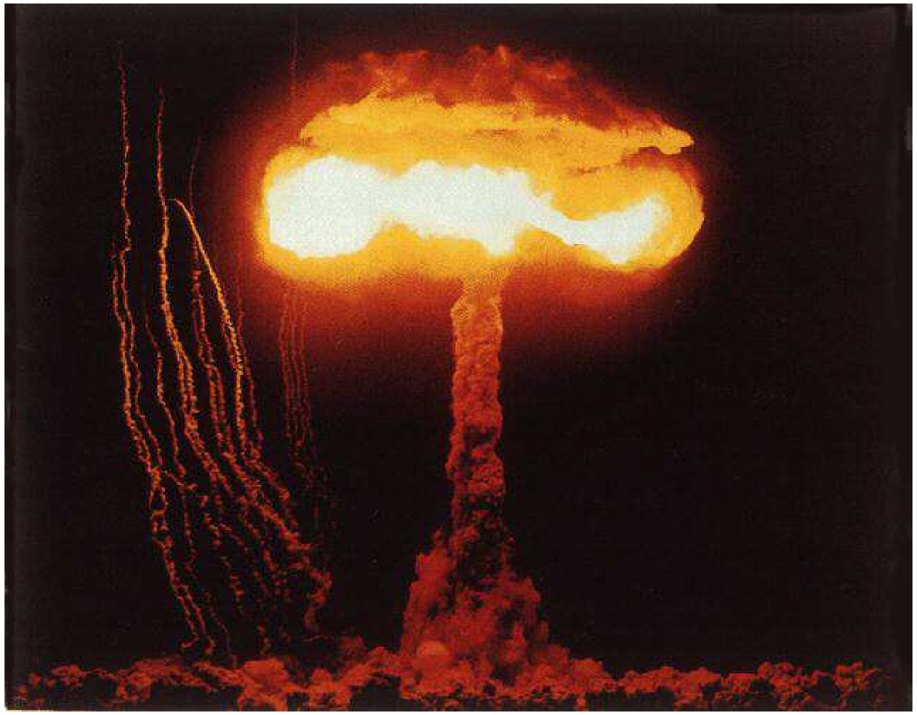
(coût $14 Milliards/an)

- prévision à 5h30 en 1h20

## – Prototypage –

- développement de moteurs
- diminution des coûts (facteur 2)

(économie de 2,5 MF/développement)



## – Simulations nucléaires –

Los Alamos
Sandia
ASCI
Accelerated Strategic Computing Initiative
Lawrence Livermore

- $1,000,000,000/10 ans
- 1 Tflop/s utile (1998)

# Améliorer les performances...

❶ Changer d'algorithme

❷ Utiliser des bibliothèques optimisées

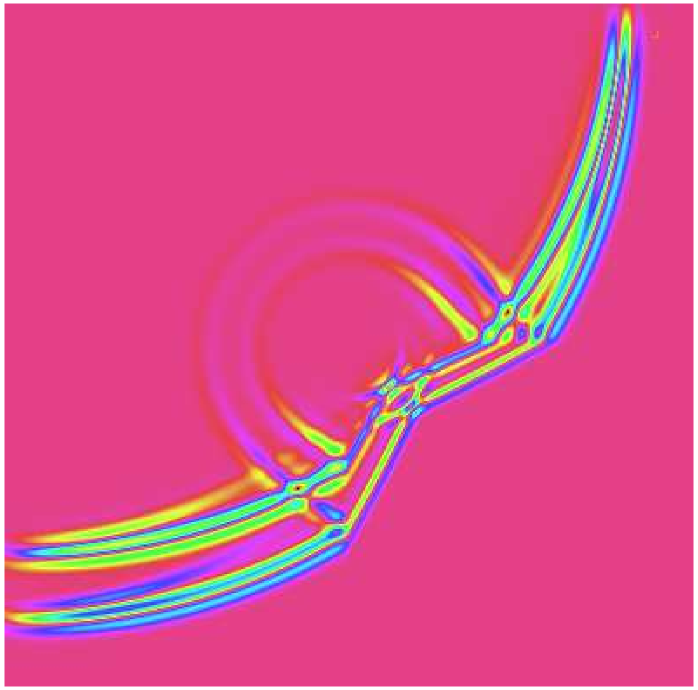
❸ Profiter des options de compilations

❹ **Transformer le programme**

❺ **Utiliser les capacités des unités fonctionnelles**

❻ Respecter la hiérarchie mémoire

## IFP : propagation d'ondes sismiques 2D



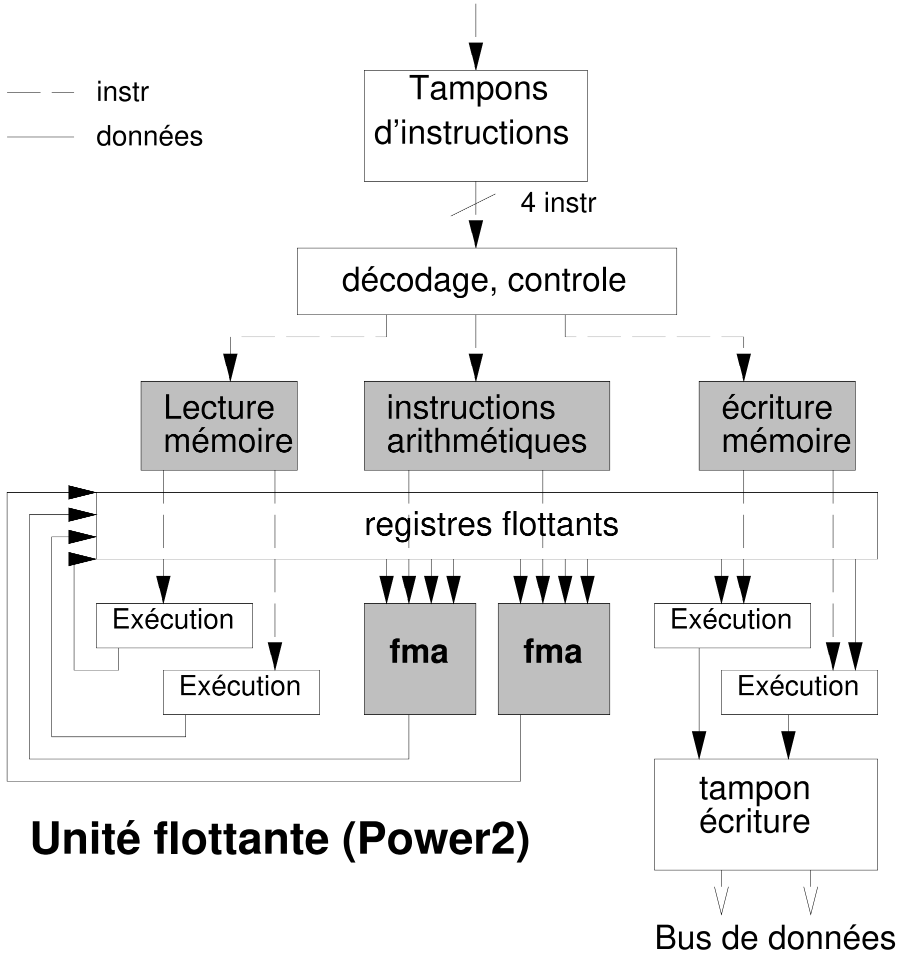
– La machine :

IBM SP2

processeur Power2

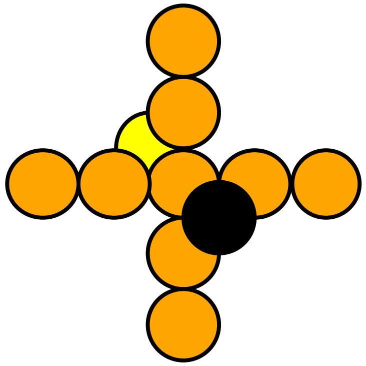
– Gain séquentiel : 2.5 (= 100 Mflop/s)

version parallèle (HPF 4pe ) : 250 Mflop/s




**Unité flottante (Power2)**

```
...
 DO J = 3,NP-2
   DO I = 3, NP-2
     U(I,J,KP) =
$       2 * U(I,J,KM) - U(I,J,KP)
$       - V(I,J) * ( 60*U(I,J,KM)
$       -16*(U(I+1,J,KM) + U(I-1,J,KM)
$       + U(I,J-1,KM) + U(I,J+1,KM))
$       + U(I+2,J,KM) + U(I-2,J,KM)
$       + U(I,J-2,KM) + U(I,J+2,KM))
   ENDDO
 ENDDO
...
```



# Exemple (fin)

➡ Quelques spécificités du processeur :

- 2 unités de calculs flotants (fpu)
- multiplication + addition en une seule instruction (fma)
- lecture/écriture d'un mot de 128 bits en mémoire (données contigues – quad load/store)

➡ Quelques transformations de programmes:

- parenthésage de l'expression
- déroulage de la boucle
- ordonnancement des calculs (software pipelining)
- atomisation

# Méthodes et outils utilisés

*Les points clés :*

- Manipulation d'expressions arithmétiques
- Etudes de complexité des algorithmes
- Analyses de dépendances
- Ordonnancement des calculs
- (Connaissance de l'architecture)

*Un environnement :* ➠ **PIPS**

- Etant donnés une expression arithmétique $E$ et un entier $K \geq 0$
- On appelle $N$ le nombre d'opérateurs

(i.e. nombre de sommets de l'arbre)

$\Rightarrow$ Existe-t-il une expression $E'$ issue de factorisations successives sur $E$, telle que $N' \leq K$ ?

**Ce problème est-il NP-Complet ?**