

# Limitations of the Playstation 3 for High Performance Cluster Computing

Alfredo Buttari, Jack Dongarra, Jakub Kurzak

July 2007

# Introduction

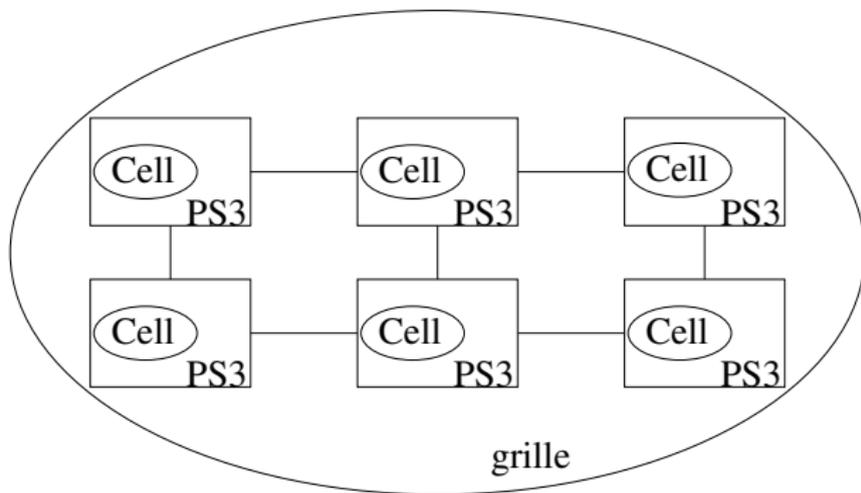


Intérêts de la PS3 :

- rapide et puissante
- bon marché

↔ L'utiliser pour faire une grille de calcul performante ?

# Grille de calcul



# Plan

## 1 Architecture des composants

- Processeur Cell
- Playstation 3
- Grille de calcul

## 2 Test de la grille

- Présentation
- Résultats théoriques
- Résultats expérimentaux
- Conclusion

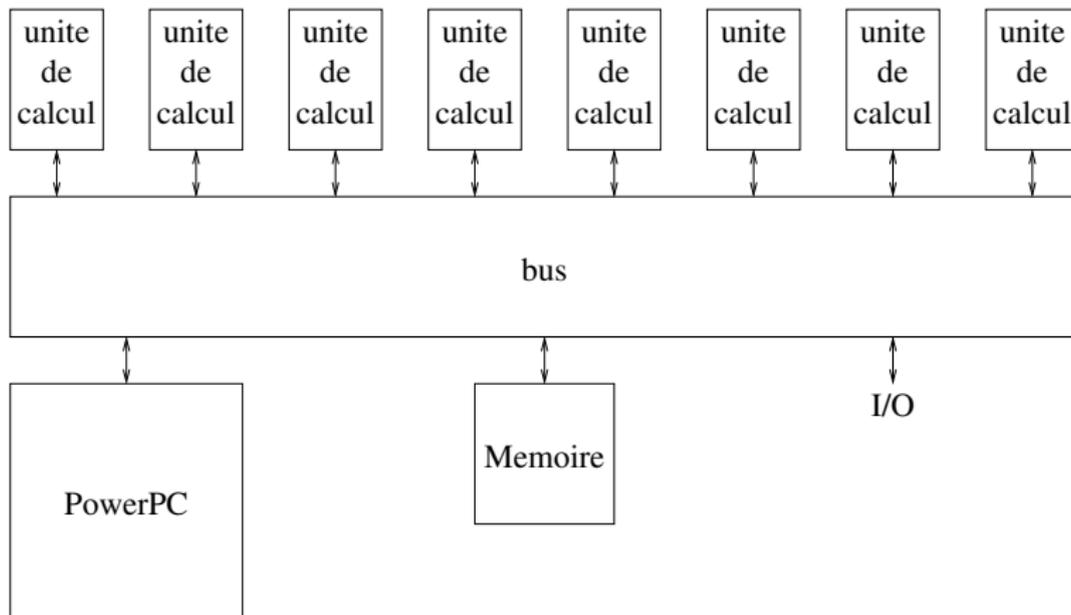


## Première partie I

# Architecture des composants



# Architecture





# Points forts

## Points forts :

- organisation de la mémoire  $\Rightarrow$  transferts rapides
- grande fréquence
- contrôle total du développeur sur le matériel  $\Rightarrow$  optimisations possibles



# Points faibles

## Mais :

- le développeur doit respecter des contraintes strictes pour que le code soit optimisé
- organisation de la mémoire  $\Rightarrow$  beaucoup de transferts
- ne convient pas à l'algèbre linéaire creuse
- double précision très lente



# Contraintes

Contraintes de programmation :

- utiliser des opérations vectorielles
- aligner les données en mémoire
- masquer le coût des communications entre la mémoire partagée et les unités de calcul par le coût des calculs
- réutiliser au maximum les données du cache
- dérouler les boucles
- réduire le nombre de branchements



# Architecture

## Matériel :

- un processeur Cell
- une mémoire de 256 Mo
- une carte Gigabit Ethernet et une carte graphique

Logiciel : Game OS (hyperviseur) installé sur une unité de calcul

## Problèmes :

- accès au réseau ralenti
- carte graphique inaccessible
- une unité de calcul perdue (+1 pour Linux)



# Architecture

Matériel :

- un processeur Cell
- une mémoire de 256 Mo
- une carte Gigabit Ethernet et une carte graphique

Logiciel : Game OS (hyperviseur) installé sur une unité de calcul

Problèmes :

- accès au réseau ralenti
- carte graphique inaccessible
- une unité de calcul perdue (+1 pour Linux)



# Points forts

**Points forts :**





# Points faibles

## Points faibles :

- Game OS
- deux unités de calcul occupées
- mémoire insuffisante pour des calculs sur de grandes matrices



# Grille de calcul

Architecture : grille

Protocole : MPI, avec des performances très diminuées dues à l'hyperviseur (bande passante : 60%)



## Deuxième partie II

### Test de la grille



# Test et algorithme

Test : produit de matrices denses

Algorithme : stockage par blocs acyclique des matrices.

À chaque étape  $i$ , on multiplie la  $i^{\text{e}}$  colonne de  $A$  par la  $i^{\text{e}}$  ligne de  $B$ .

Deux cas : masquer le coût des communications par les calculs ou pas.



# Test et algorithme

Test : produit de matrices denses

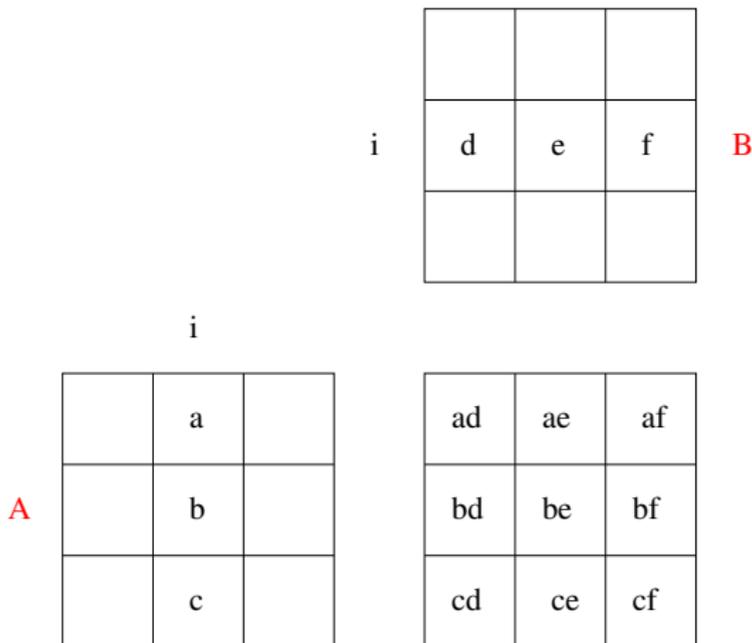
Algorithme : stockage par blocs acyclique des matrices.

À chaque étape  $i$ , on multiplie la  $i^{\text{e}}$  colonne de  $A$  par la  $i^{\text{e}}$  ligne de  $B$ .

Deux cas : masquer le coût des communications par les calculs ou pas.



# Un petit dessin vaut mieux qu'un long discours





# Caractéristiques

Caractéristiques :

Donnée	Notation	Valeur
Nombre de processeurs	<i>np</i>	4
Taille d'un vecteur (en octets)	<i>fpsize</i>	4
Bande passante du réseau	<i>bw</i>	600 Mb/s
Performance maximale d'une PS3	<i>peak</i>	$25,6 \times 6$ Gflop/s



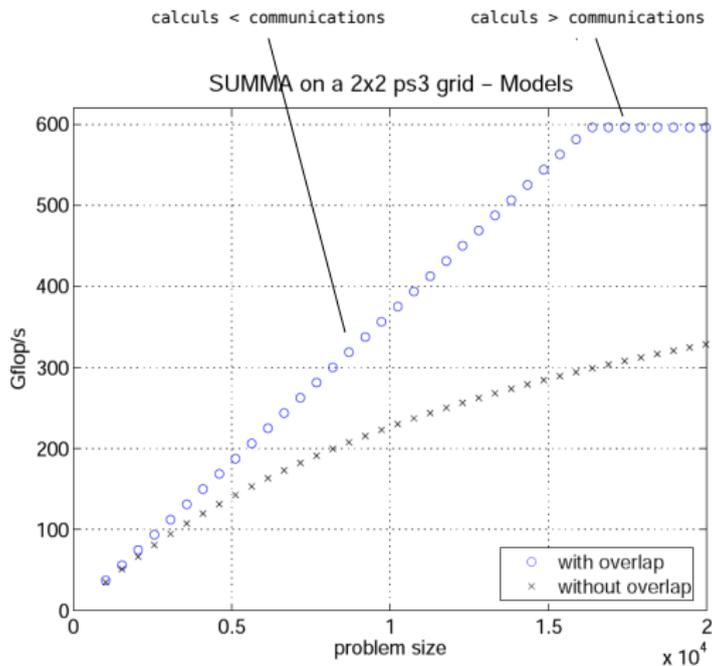
# Hypothèses

Hypothèses du modèle :

- si plusieurs communications en même temps : même performance que lorsqu'elles ont lieu séparément
- envoyer un message à  $n$  processeurs : même coût qu'envoyer un message de longueur  $n$  à 1 processeur
- unités de calculs et bande passante utilisées avec leur performance maximale

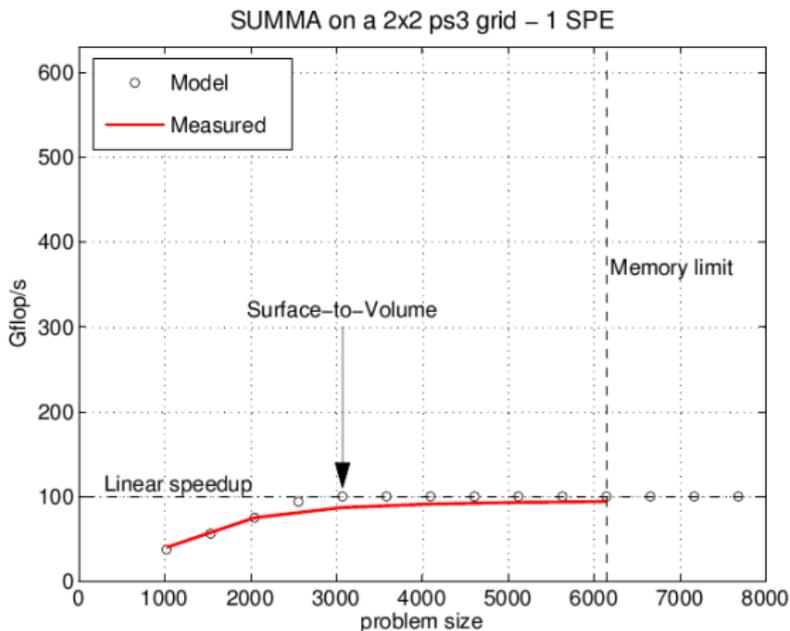


## Modèle



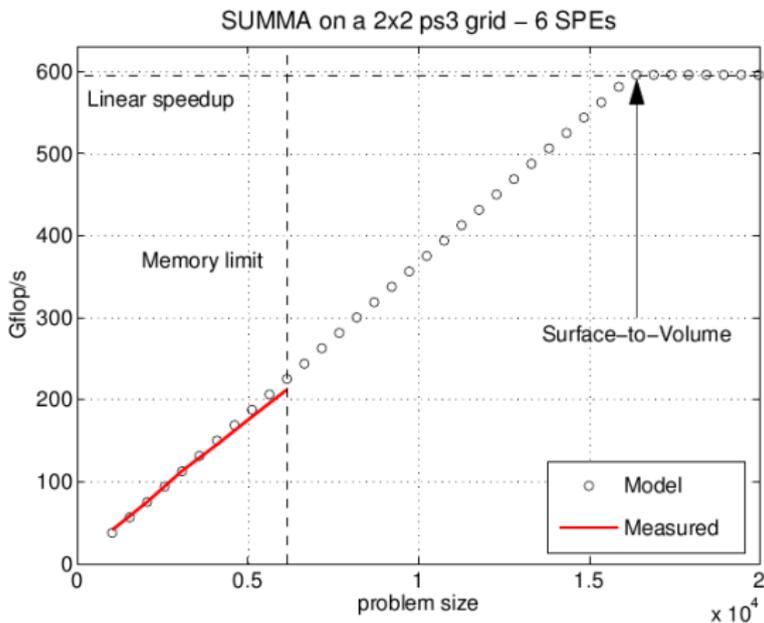


# Une seule unité de calcul





# Six unités de calcul





# Conclusion

- Le modèle est bon.
- La grille de calcul l'est moins.



# Conclusion

- Une étude solide pour les personnes souhaitant utiliser une grille de calcul de PS3.
- Utiliser des PS3 ne semble pas être très performant...

Problèmes rencontrés :

- Parfois, manque de précisions.
- Pas de comparaison avec d'autres architectures.



# Conclusion

- Une étude solide pour les personnes souhaitant utiliser une grille de calcul de PS3.
- Utiliser des PS3 ne semble pas être très performant...

Problèmes rencontrés :

- Parfois, manque de précisions.
- Pas de comparaison avec d'autres architectures.



Des questions ?