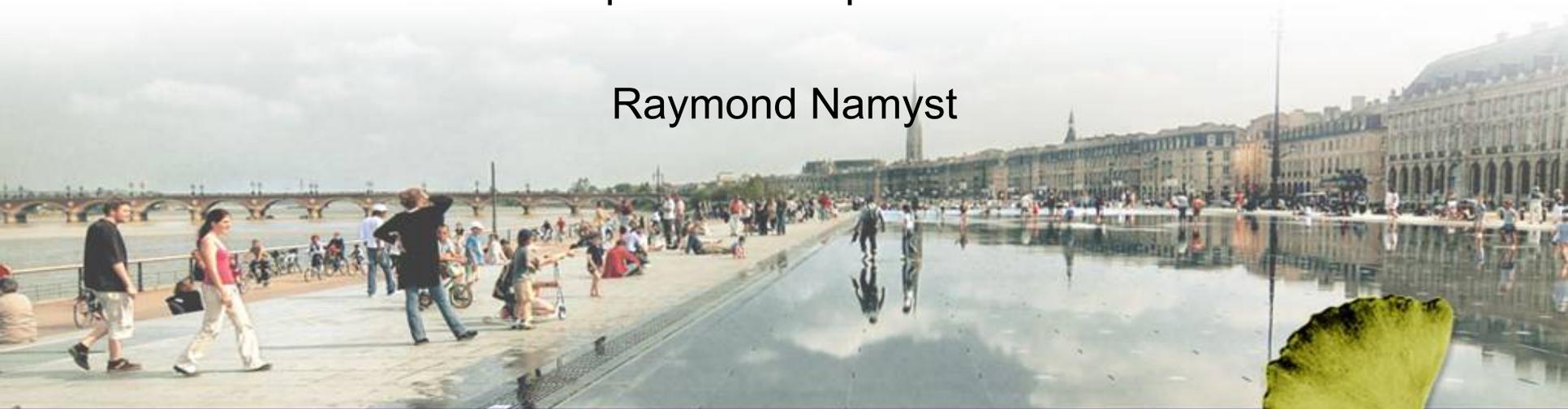


SATANAS

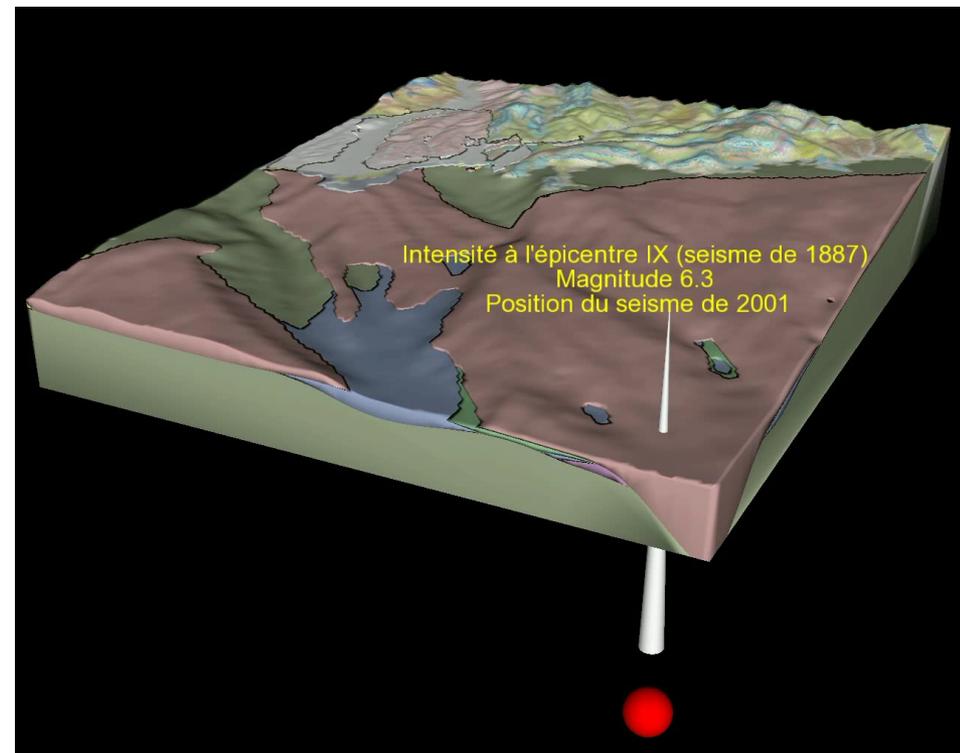
Supports et AlgoriThmes pour les Applications
Numériques hAutes performanceS

Raymond Namyst



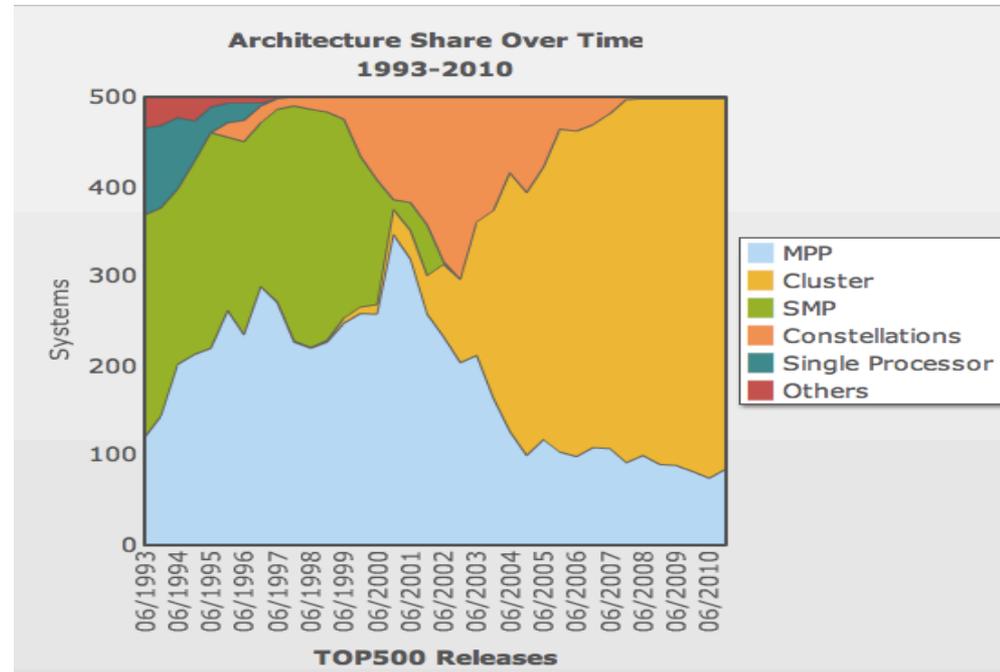
Simulation numérique et calcul intensif

- Domaines d'application
 - Énergie, aéronautique, nanotechnologies, sismologie, météo, etc.
- Accélération des calculs sur machines parallèles
 - Modélisation
 - Algorithmes
 - Outils de programmation
 - Supports d'exécution



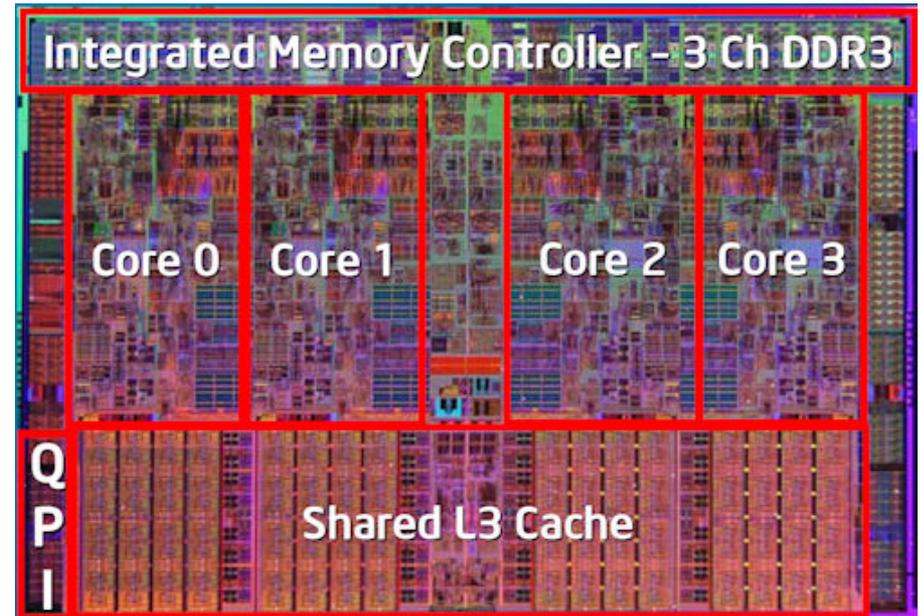
Évolution des architectures parallèles

- Grappes de machines multiprocesseur
 - Réseaux rapides
 - Processeurs « banalisés »
- Programmation distribuées « à plat »
 - Parallélisme à gros grain
 - Modèle à mémoire distribuée



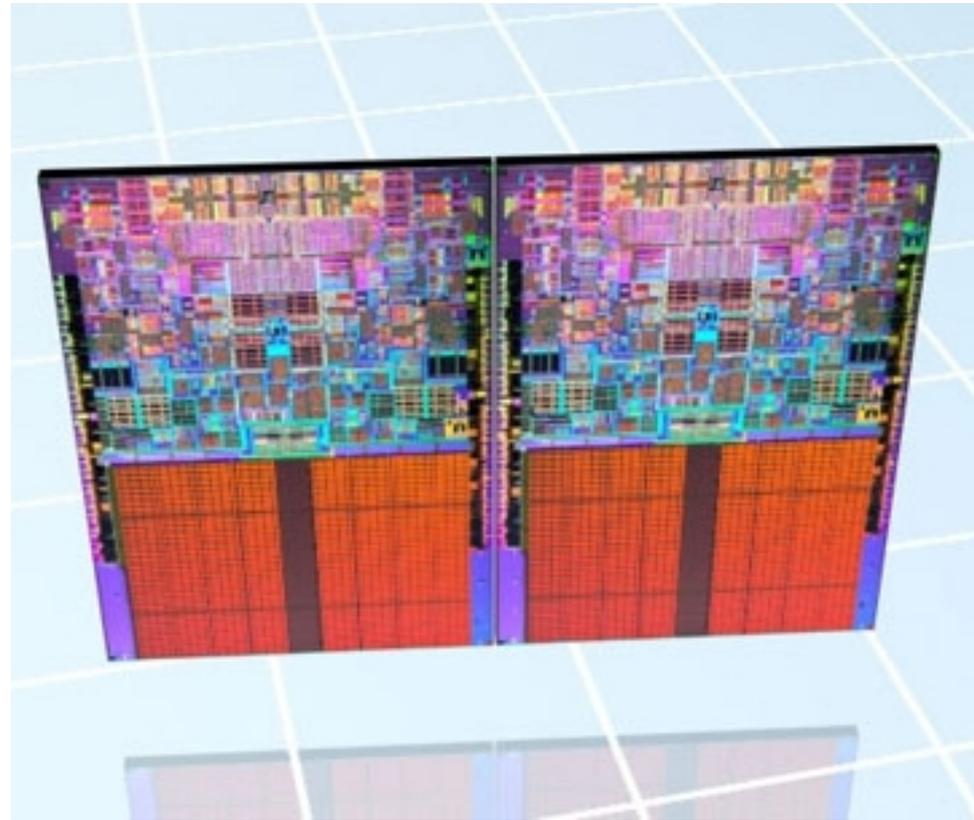
Impact de l'évolution des processeurs

- Puces multicœurs
 - Architecture hiérarchique
 - Topologie complexe
 - Accès non uniformes
 - Retour à l'ère des machines CC-NUMA ?
- Grappes de machines multicœurs
 - Pas juste un niveau hiérarchique de plus...

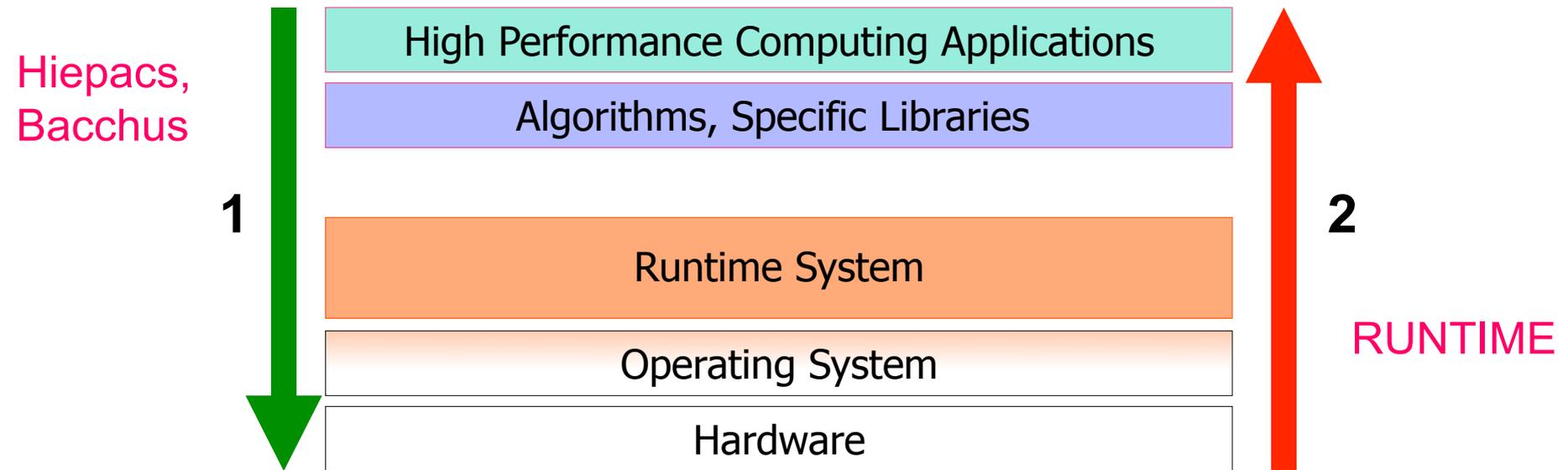


Vers des architectures hétérogènes...

- Utilisation d'accélérateurs de type GPU
 - Processeurs SIMD très puissants
 - Nombreuses *success stories*
- Intégration *on-chip*
 - IBM Cell/BE
 - 1 PPU + 8 SPU
 - Intel Larrabee
 - 48 cœurs avec unités SIMD



Algorithmes, méthodes et environnements pour le calcul intensif

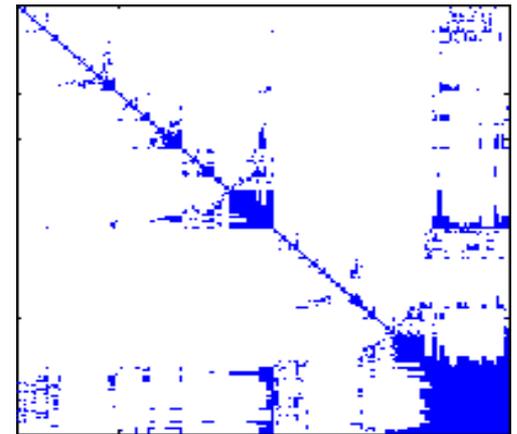
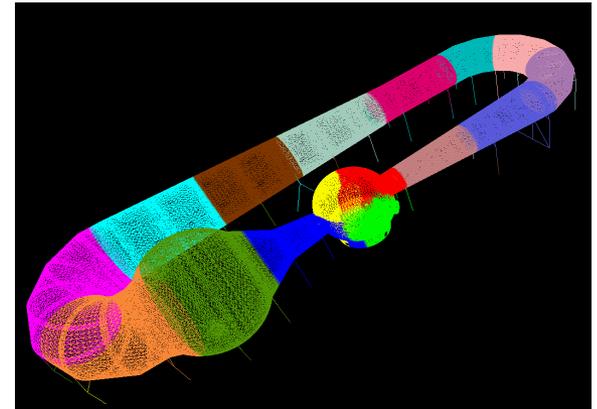


1 : transmettre au support d'exécution toutes les informations issues de la connaissance fine des algorithmes

2 : garantir la portabilité des performances en augmentant l'expressivité des interfaces

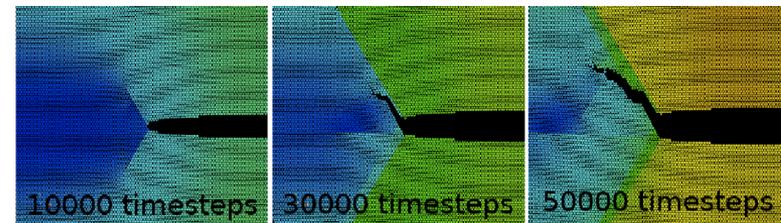
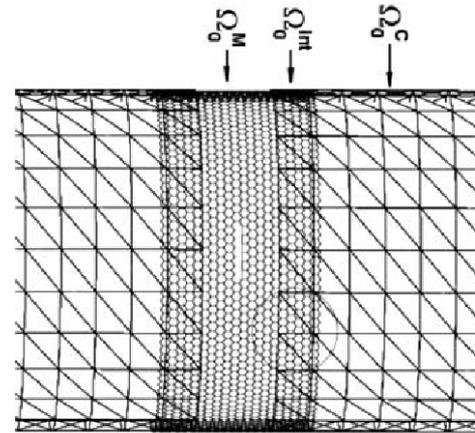
Outils et algorithmes pour le HPC

- Partitionnement et renumérotation
 - Schéma de partitionnement parallèle multi-niveaux
- Solveurs linéaires creux ($A.x = b$)
 - Directs
 - Itératifs hybrides
- Méthodes multi-pôles rapides
 - Interactions à N corps en dynamique moléculaire
 - Simulations en astro-physique



Méthodes multi-échelles en physique des matériaux

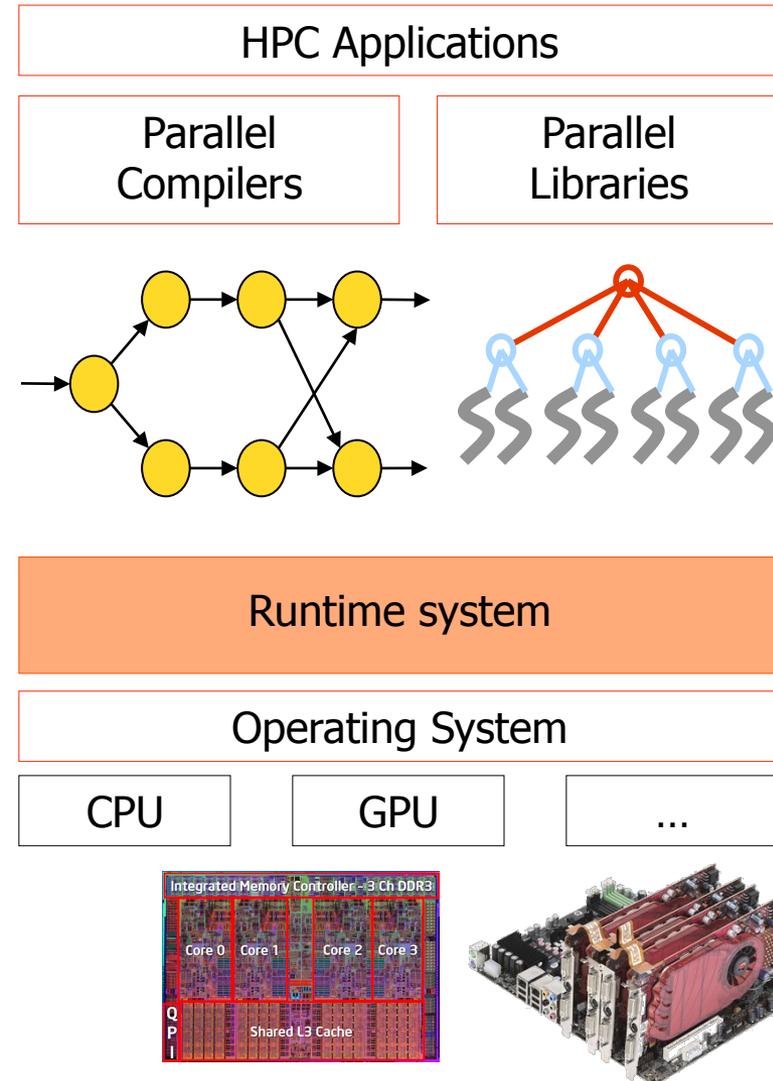
- Contexte
 - Propagation de fissures dans un crystal (LMJ)
 - De l'« atomique vers le continuum »
- Contributions
 - Couplage mathématique
 - Couplage de codes parallèles, distribution des données



Propagation d'une fissure en 2D
91 000 atomes, 2 200 nœuds
pas de temps = 0.1 nanoseconde

Supports d'exécution

- Vers la « portabilité des performances »
- Exploitation des machines à mémoire partagée
 - Ordonnancement sur architectures multicœur hiérarchiques et/ou hétérogènes (GPU)
- Communications sur réseaux rapides
 - Communications entre cœurs
- Intégration du multithreading et des communications
 - Modèles de programmation hybrides
 - MPI + OpenMP + CUDA + TBB + ...

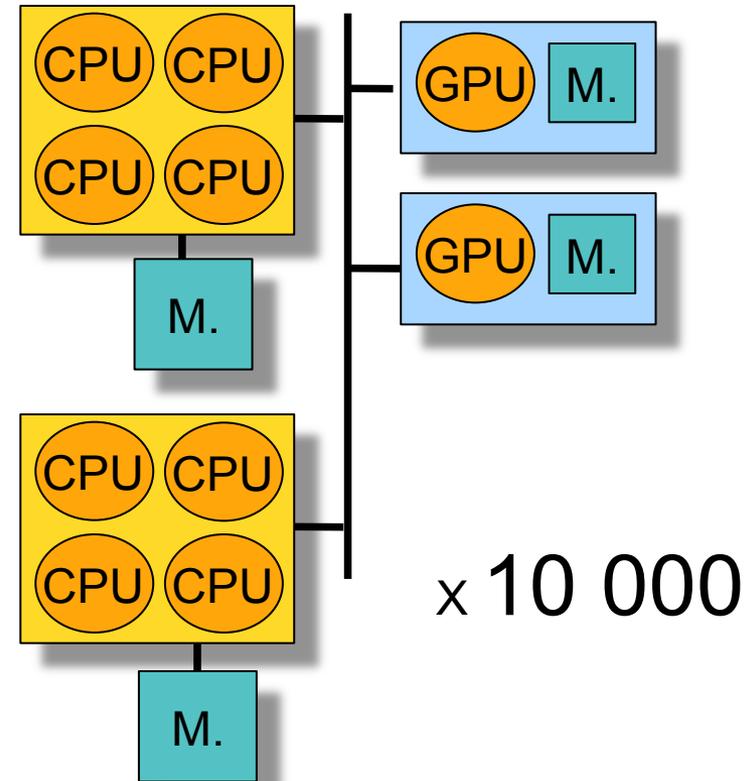


Collaborations

- Internationales
 - Argonne National Lab
 - University of Minnesota
 - University of Brunswick
 - University of Tokyo
 - UIUC/Urbana Champaign
 - University of New Hampshire
 - Sandia Labs, N.M.
 - University of Ioannina
 - Universidade de Evora
- Nationales
 - CEA/DAM, CESTA, CEA/Civil, Bull, Total, EDF
 - INRIA: CAPS, Graal, iParla, Mescal, Nachos, Paris
- Partenariats industriels
 - CEA/DAM, CESTA
 - EDF
 - Myricom Inc.
 - Nvidia
 - Total
- Projet Européen
 - Strep FP7
- Opérations contractuelles
 - ANR CIGC, CIS, Cosinus
 - ACI Grid (GdX, Grid5000)
 - INRIA ARC
- Pôle de compétitivité
 - AESE

Et demain ?

- Vers les architectures exaflopiques
 - Machines « *embarrassingly parallel* », architectures hétérogènes
- Principaux défis
 - Passage à l'échelle
 - Algorithmique multi-résolution, hiérarchique
 - Algorithmique pour les architectures hétérogènes
 - Résilience aux pannes
 - Granularité adaptative
 - Compilation
 - Auto-tuning



L'équipe Satanas

- Trois équipes-projets INRIA
 - **Bacchus**
 - Outils parallèles pour les algorithmes numériques et la résolution de systèmes essentiellement hyperboliques
 - **Hiepac**
 - Algorithmes Parallèles Hautement Scalables pour les Simulations Numériques Frontières
 - **Runtime**
 - Supports exécutifs performants pour architectures parallèles

Merci !

- Davantage d'information ici :
 - <http://bacchus.bordeaux.inria.fr>
 - <http://hiepac.bordeaux.inria.fr>
 - <http://runtime.bordeaux.inria.fr>