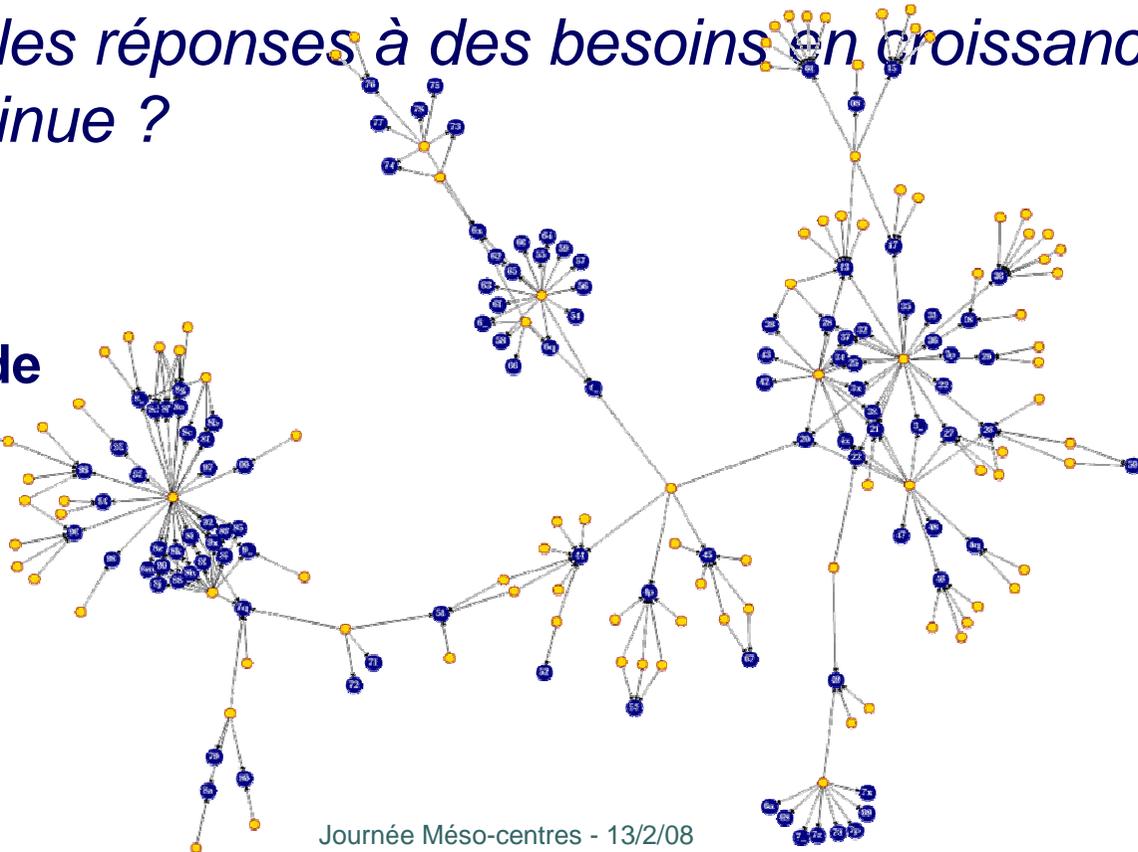


# Le calcul haute performance en France

*quelles réponses à des besoins en croissance  
continue ?*

**Serge Petiton  
avec la contribution de  
Jean-Loic Delhaye**





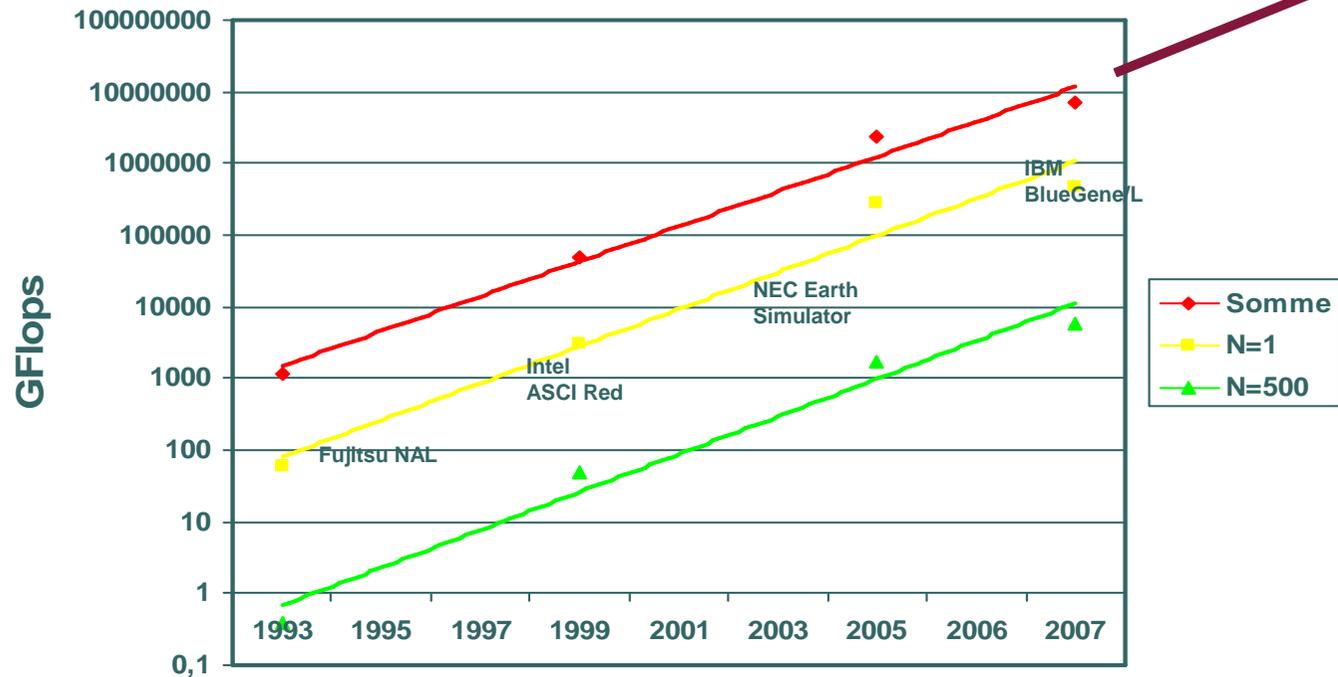
# Agenda

- Calculs parallèles et répartis, besoins en performance
- Vers la programmation pour les Petaflops et au-delà
- ORAP
- Formation HPC



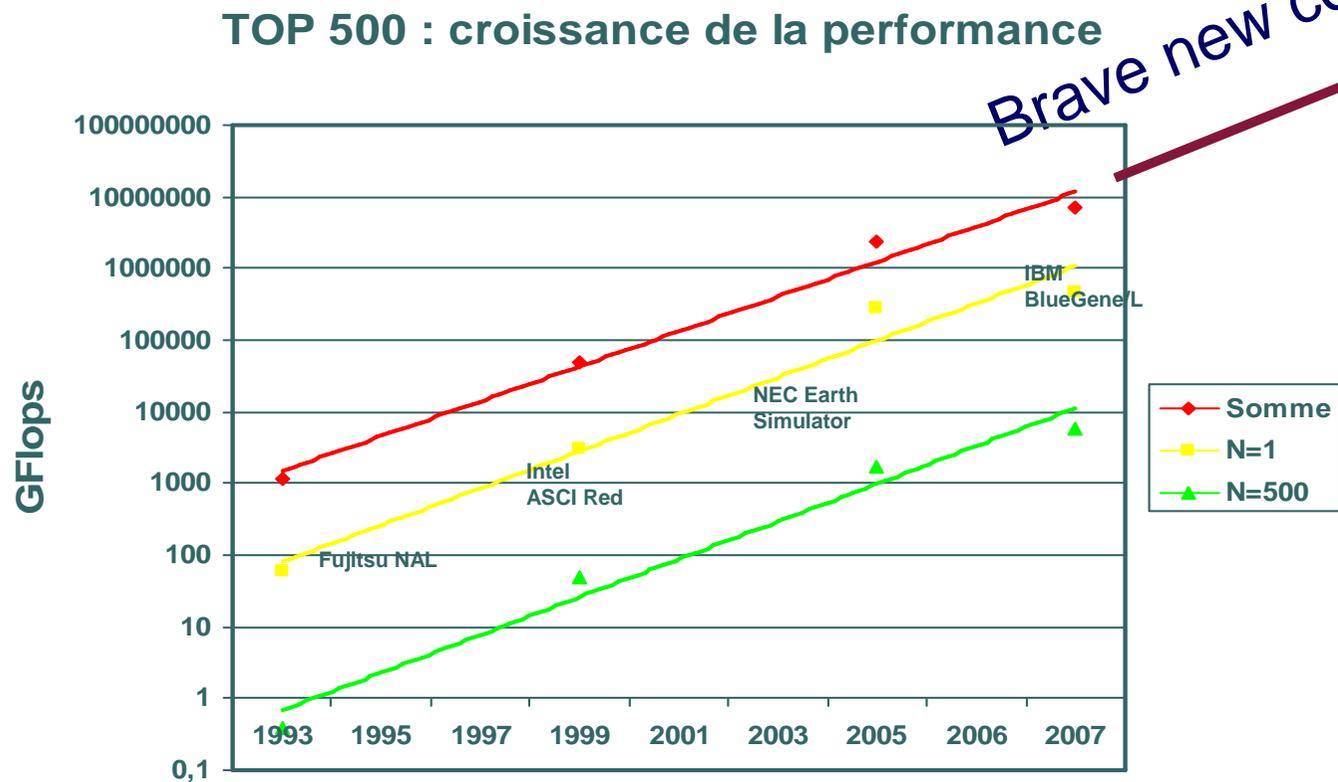
# Croissance de la puissance

## TOP 500 : croissance de la performance





# Croissance de la puissance



Vers le Petaflop et au-delà.....

mais à quel prix



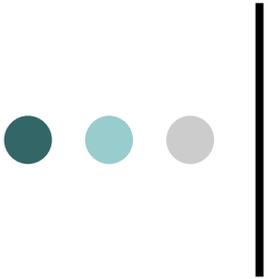


Vers le Petaflop et au-delà.....

Green500 List

mais à quel prix





## Et la « loi de Moore » ne va plus permettre une accélération sans effort de programmation supplémentaire

- La fréquence des processeurs ne va plus réellement augmenter, principalement pour des raisons de consommation électrique.
- Chaque processeur va avoir un nombre de cœurs de calcul croissants (ex: IBM Cell, GPU,....)
- Les machines Pétaflopique (10 Pflops) auront probablement plus de 1 millions de cœurs d'ici 2012
- Il faudra faire un effort de programmation parallèle important de grain fins pour avoir dans l'avenir l'accélération de la « loi de Moore ».
- La puissance énergétique devient un enjeu important et un critère pour développer les machines et les systèmes : il faut donner aux utilisateurs la possibilité de donner de l'expertise pour optimiser ensuite cette consommation (langages, outils,....).

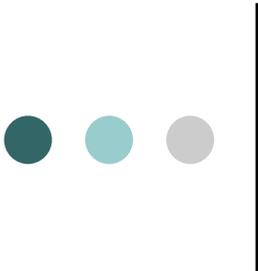


L'augmentation massif de processeurs, de nombre de cœurs et la « mise en grille » de machines va augmenter considérablement le taux de panne, nous rentrons encore plus dans une logique de calculs répartis

- Si au niveau « bas » des processeurs multi-cœurs, une programmation (data) parallèle est probable
- Au niveau « haut » des systèmes et langages proches de ceux des grilles ou de type *workflow* sont envisageables.

On voit apparaître une programmation multi-niveaux : « grille-calcul réparti », parallèle gros grains distribués, nœud de calcul parallèle à mémoire partagée, processeur multi-coeurs

.... avec des accélérateurs de type vectoriel, ou spécialisés....



# Paralléliser et répartir, quelle hiérarchie?

- Améliorer l'architecture du processeur : caches, pipelines, multithreading, etc..
- Utiliser plusieurs processeurs
  - Idée ancienne qui est une réalité déclinée aujourd'hui sous plusieurs formes
  - Processeurs **multi-cœurs**, mini-machine parallèle sur une puce
  - Processeurs spécialisés, **réseaux optiques**
  - **Accélérateurs, vectoriels ou autres**
  - **Multi-processeurs** étroitement couplés
  - Systèmes répartis à grande échelle
  - **Grilles** de calculs et de données



## 2012, la frontière annoncée

- Aux Etats-Unis
  - Blue Water : 10 Petaflops vers 2012
- Au Japon
  - Programme « Next-Gen, ex-Kei Soku » : 10 PetaFlops en 2012 (architecture mixte : vectoriel, scalaire, accélérateurs)
- En Chine,
  - arrivée des premières machines Petascales « made in China », y compris les processeurs???



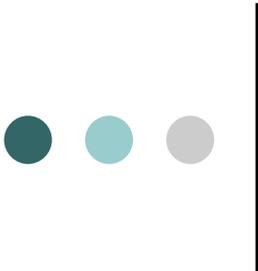
# ORAP

- Collaboration CEA – CNRS – INRIA
- Lancée en 1994 par J-L Lions
- A l'origine : le parallélisme
- Aujourd'hui : promouvoir le calcul de haute performance (les parallélismes et le réparti)
- Organisation :
  - Un conseil scientifique
  - Un bureau



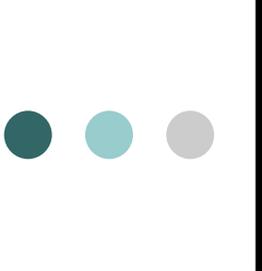
# ORAP

- Rencontre des acteurs, partage d'expériences (« Forums »)
- Interlocuteur, force de proposition ...
- Diffusion d'information : Bi-Orap, Web, liste électronique
- <http://www.irisa.fr/orap>
- Recevoir les infos : [delhaye@irisa.fr](mailto:delhaye@irisa.fr)
- **La formation**



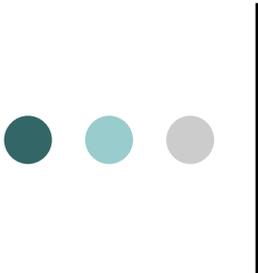
# Quelles formations pour le HPC

- Actuellement : manque important d'ingénieurs et chercheurs maîtrisant les techniques de calculs parallèles (et répartis),
- Une formation « MPI » pour scientifiques et ingénieurs ne sera pas suffisante pour les machines futures,
- Il faut commencer dès maintenant à former les utilisateurs de ces machines,
- Il faut accroître la recherche sur les paradigmes de programmation, les langages, les systèmes, l'algorithmique,...



# Propositions (tentative)

- Agir maintenant,
- Définir les **socles de connaissances** nécessaires selon les domaines des scientifiques et ingénieurs,
- **Label** « calcul scientifique haute performance », pour les **doctorats**, mais aussi pour les **masters** et formations d'**ingénieur**, licence pro.,
- **HPC compétition**, entre équipes (niveau licence?), pour motiver les étudiants,
- Master « national » *calcul haute performance*,
- Inclure les industriels dans la formation,
- **S'appuyer sur les Mesocentres pour les expérimentations indispensables dès le début des formations.**



## Master « national » en « calcul scientifique haute performance » M2, à partir de M1 ou Ecoles

- **Mise à niveau selon les origines** (ingénieur mathématiques, physique, chimie, informatique,....) pour atteindre un **premier socle commun** ; formation accélérées **délocalisées** selon la mise à niveau ; en relation avec un **Mesocentres** pour le travaux pratiques,
- **Stages** dès que possible avec **expérimentations**; pour les ingénieurs en formations permanentes, travaux spécifiques dans leurs entreprises sur machines ou grilles,
- La *main au multi-coeurs* : ateliers réguliers obligatoires de 1 à 2 semaine pendant l'année sur des thèmes du domaine avec des spécialistes internationaux.
- Objectif de *spin-off* : plusieurs masters selon les domaines



# Conclusion

- Le calcul haute performance en France : des machines (enfin) et des ressources humaines (il faut en former d'urgence),
- Les mesocentres ont un rôle capital dans l'écosystème de calcul scientifique en France, l'arrivée de processeur possédant beaucoup de cœurs va compliquer leurs tâches,
- La place des mesocentres est capitale dans la formation en HPC, en particulier,
- Il est nécessaire de soutenir la recherche de nouveaux langages, systèmes, modèles de performance, algorithmiques et paradigmes de programmation.