

# Grid computing: approches et tendances



Thierry PRIOL

IRISA/INRIA

Thierry.Priol@inria.fr

*Contenu de la présentation*

- Nouveaux besoins, nouveaux usages, nouvelles applications
- Concept de grilles informatiques
- Les différents types de grilles informatiques
- Conclusions

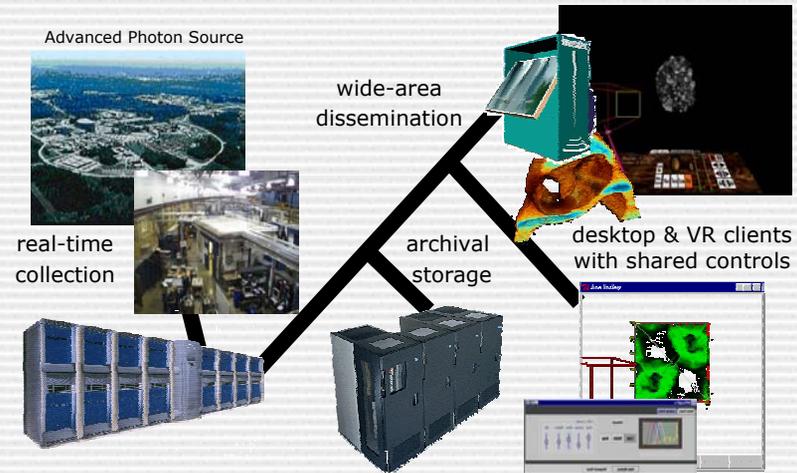
# De nouveaux besoins, de nouveaux usages de l'informatique



DOE X-ray grand challenge: ANL, USC/ISI, NIST, U.Chicago

## ■ e-Science

- Un bio-chimiste exploite 10000 ordinateurs pour tester 10000 composés chimiques en une heure
- 1000 physiciens dispersés géographiquement combinent leurs ressources informatiques pour analyser des péta-octets de données
- Des scientifiques du climat visualisent, annotent des données issues de simulations nécessitant l'analyse de téra-octets de données



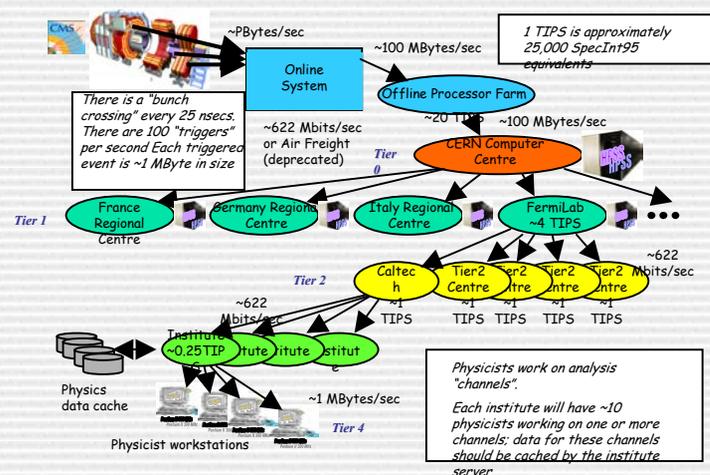
## ■ e-Engineering

- Plusieurs ingénieurs de plusieurs équipes au sein d'une ou de plusieurs sociétés collaborent à la conception d'un satellite

## ■ e-Business

- Une compagnie d'assurance analyse des données de sources multiples (plusieurs bases de données) afin de détecter les fraudes

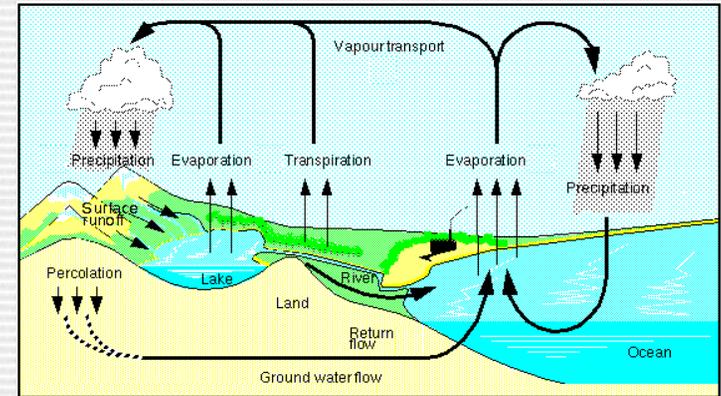
Data Grids for High Energy Physics (DataGRID EU project)



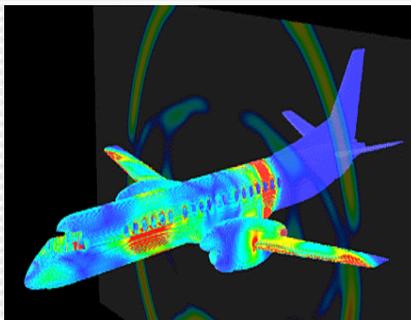
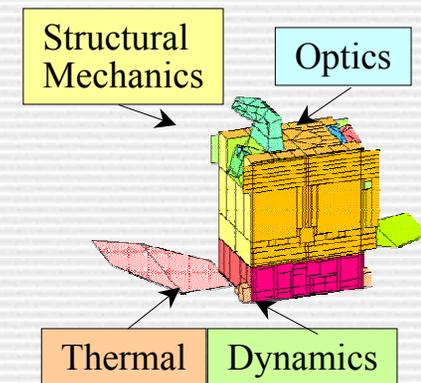
# Les nouvelles applications du calcul scientifique : le couplage de codes



- L'accroissement rapide des performances des calculateurs à donné naissance à de nouvelles applications combinant plusieurs codes
- Couplage de plusieurs codes de calcul
  - Fluide-fluide, fluide-structure, structure-thermo, fluide-acoustique-vibration
- Quelques exemples
  - e-Science
    - Météo: Océan-Glace-Atmosphère-Biosphère
    - Environnement: Hydrologie-Atmosphère
  - e-Engineering
    - Avion: Dynamique des fluides-mécanique des structures, Electromagnétisme
    - Satellite: Optique-Thermique-Dynamique-Mécanique des structures



Courtesy Erich Roeckner, Max Planck Institute for Meteorology



Electromagnétisme

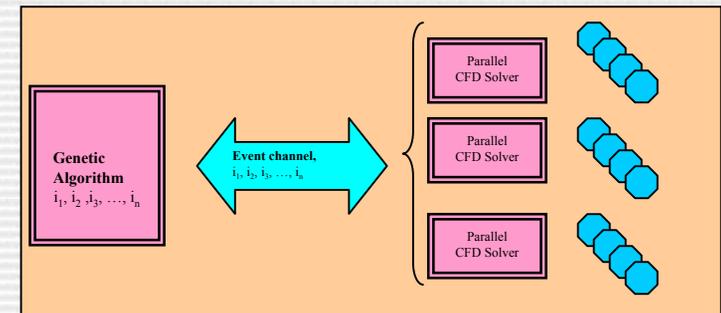
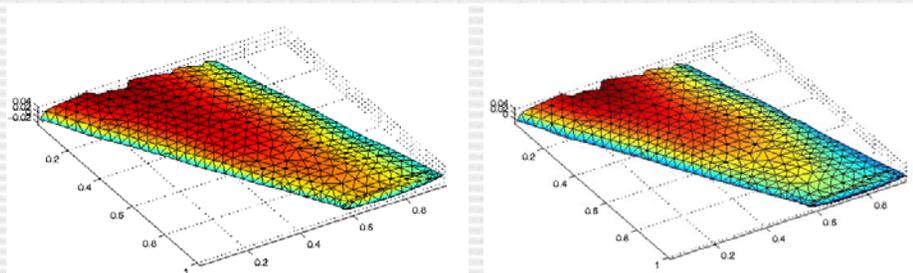
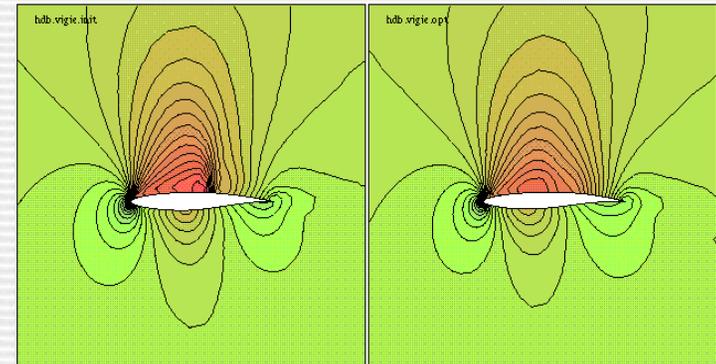
QuickTime™ et un décompresseur TIFF (non compressé) sont requis pour visionner cette image.

Couplage Océan-Atmosphère

# Les nouvelles applications du calcul scientifique : le design optimal



- L'exécution simultanée d'un même code de calcul mais avec des paramètres différents
  - Trouver le meilleur design selon un certain nombre de critères
- Couplage avec des algorithmes d'optimisation
  - Algorithmes génétiques
- Exemple
  - e-Engineering
    - Conception de profil d'aile d'avion



# Conclusion sur les applications



- Les nouvelles applications exhibent encore plus de parallélisme
  - Certaines sont « embarrassingly parallel »
    - Schéma maître-esclaves
    - Pas de communication ou très peu
  - D'autres offrent plusieurs niveaux de parallélisme
    - Premier niveau exploitable par une machine parallèle
    - Deuxième niveau exploitable par un système distribué
  - Enfin, quelques unes imposent une distribution géographique pour des raisons de collaboration ou de confidentialité (peu importe le coût)
- Évolution du grain de calcul
  - De quelques milliers d'instructions à un programme entier
  - Evolution favorable lorsque les réseaux sont lents
- Analyse des résultats
  - Couplage visualisation - simulation nécessaire
  - Intervention d'un plus grand nombre de spécialistes pour l'analyse
- En conclusion
  - Ces nouvelles applications autorisent et nécessitent de nouvelles approches

# Le concept de grille



Approche pour la distribution de la puissance électrique =  
le réseaux électrique et la haute-tension

# Le concept de grille informatique (GRID)



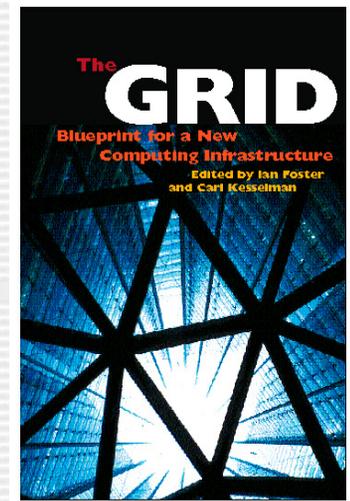
Approche pour la distribution de la puissance informatique =  
le réseau Internet et la haute-performance  
(parallélisme et distribution)

# Une définition de la grille

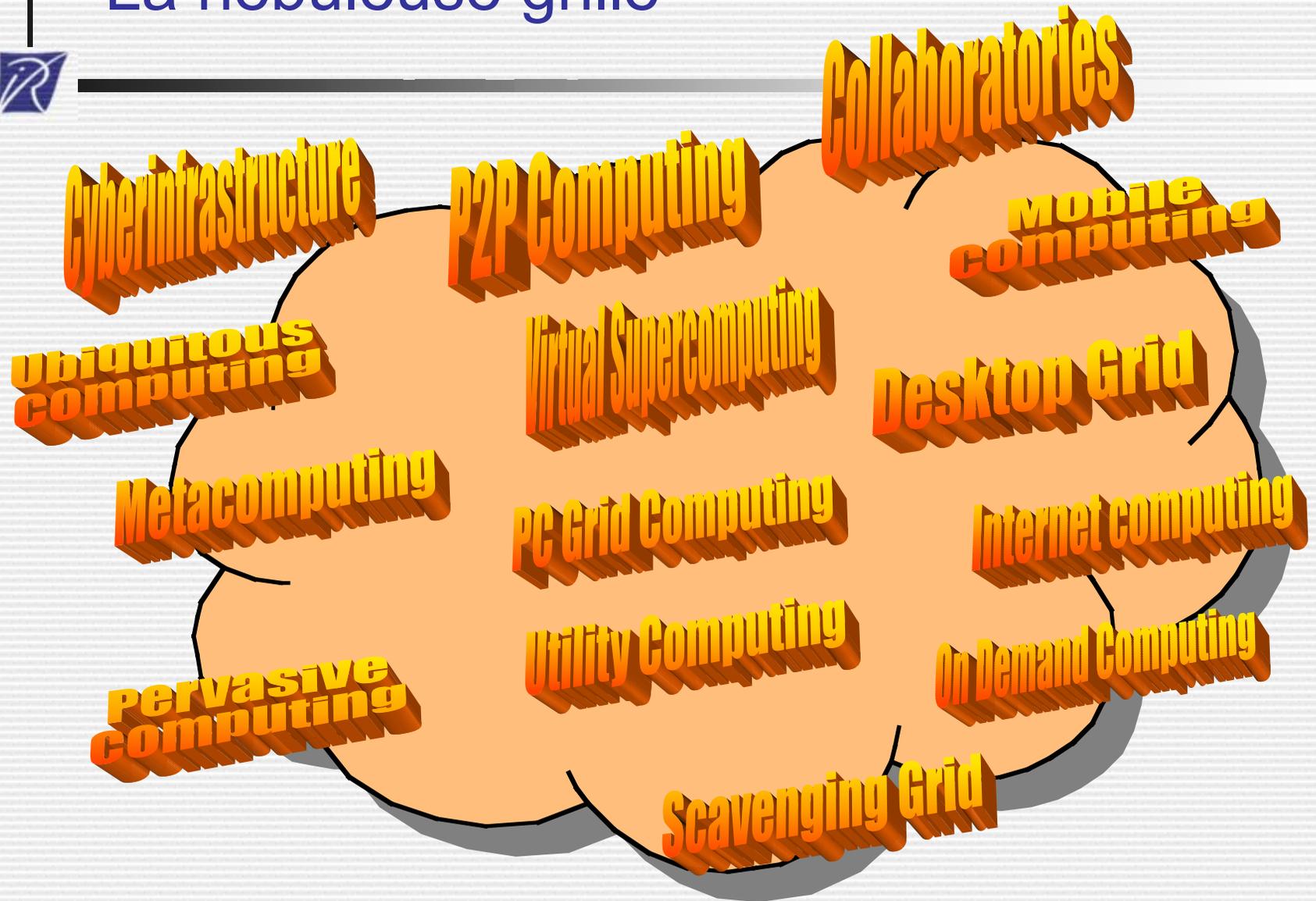
*par le projet Globus*



- Une analogie avec l'énergie électrique (power grid)
  - Puissance de calcul = Electricité
- Partage coordonné de ressources dans un environnement flexible et sécurisé par une collection dynamique d'individus et d'institutions ("The anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual Organizations")
- Autoriser des communautés ou des organisations virtuelles à partager des ressources distribuées, dispersées géographiquement afin de poursuivre des buts communs
- Plusieurs types de ressources
  - Processeurs, Stockage, Senseurs, Réseau, Visualisation, Logiciels, Individus, ...



# La nébuleuse grille



# Plusieurs types de grilles informatiques



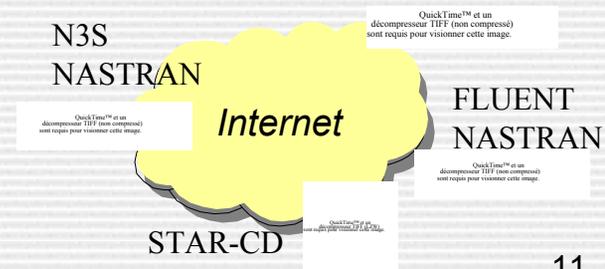
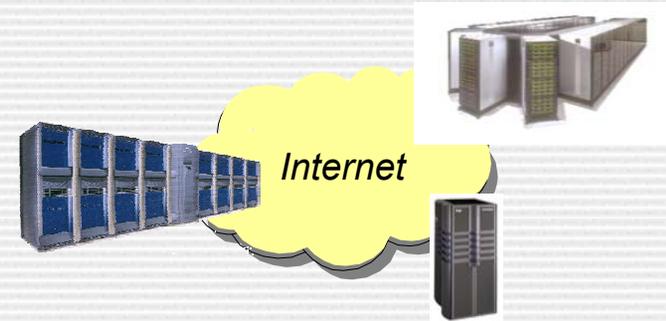
- Grille d'information: *partager la connaissance*
  - Le Web : une application à succès du concept de Grille
  
- Grille de stockage: *partager les données*
  - Musique, Vidéo, ...: des applications à succès
  - Données scientifiques
  
- Grille de calcul: *agréger la puissance de calcul*
  - Supercalculateur virtuel
  - Internet computing : quelques applications à succès
  - Metacomputing ASP

# Les grilles de calcul: plusieurs approches

c'est comme pour l'électricité (nucléaire, hydraulique, éoliens, ...)



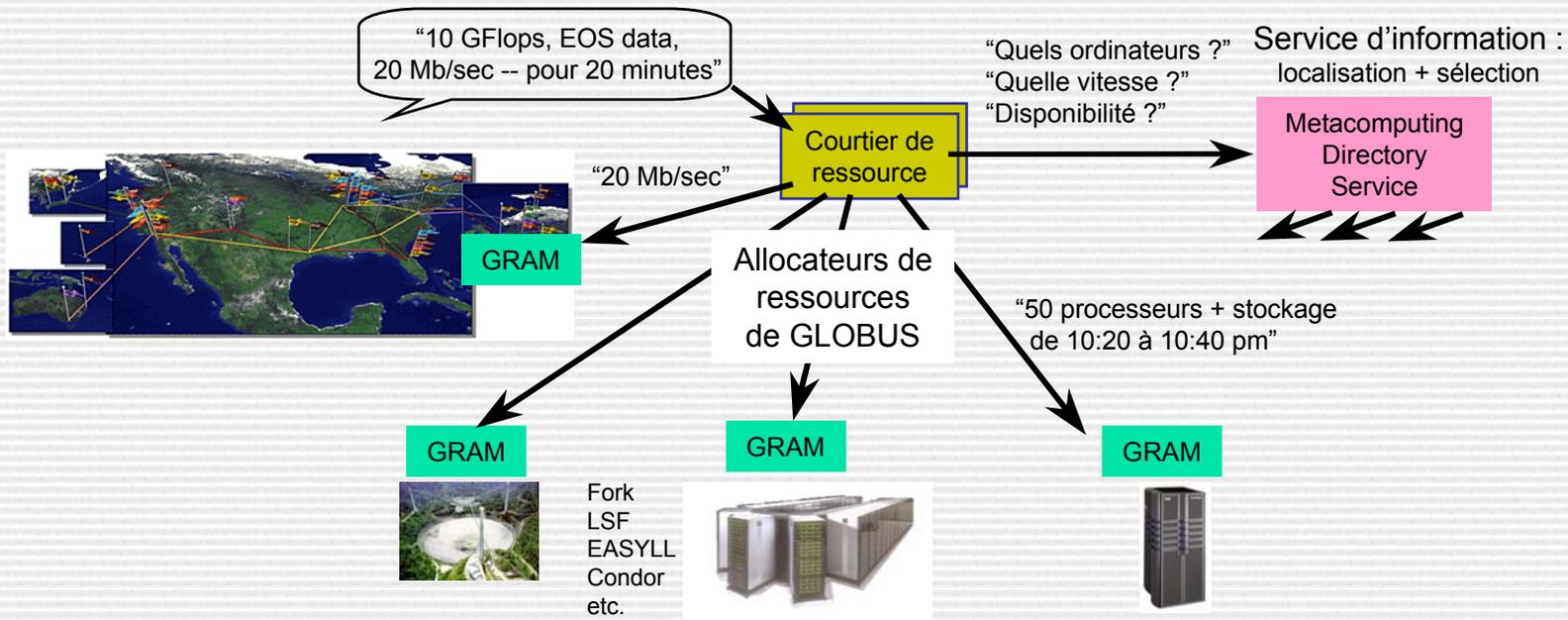
- Virtual Supercomputing
  - Une association de plusieurs supercalculateurs répartis géographiquement (10-1000)
  - Chaque nœud est une machine parallèle contrôlée par un gestionnaire de tâches (batch)
  - Offrir une vision d'un supercalculateur virtuel
- Internet computing
  - Une combinaison d'un très grand nombre de PC (10000 - 1000000)
  - Exploiter le PC lorsque celui-ci est inutilisé
- Metacomputing
  - Une association de plusieurs machines proposant des applications



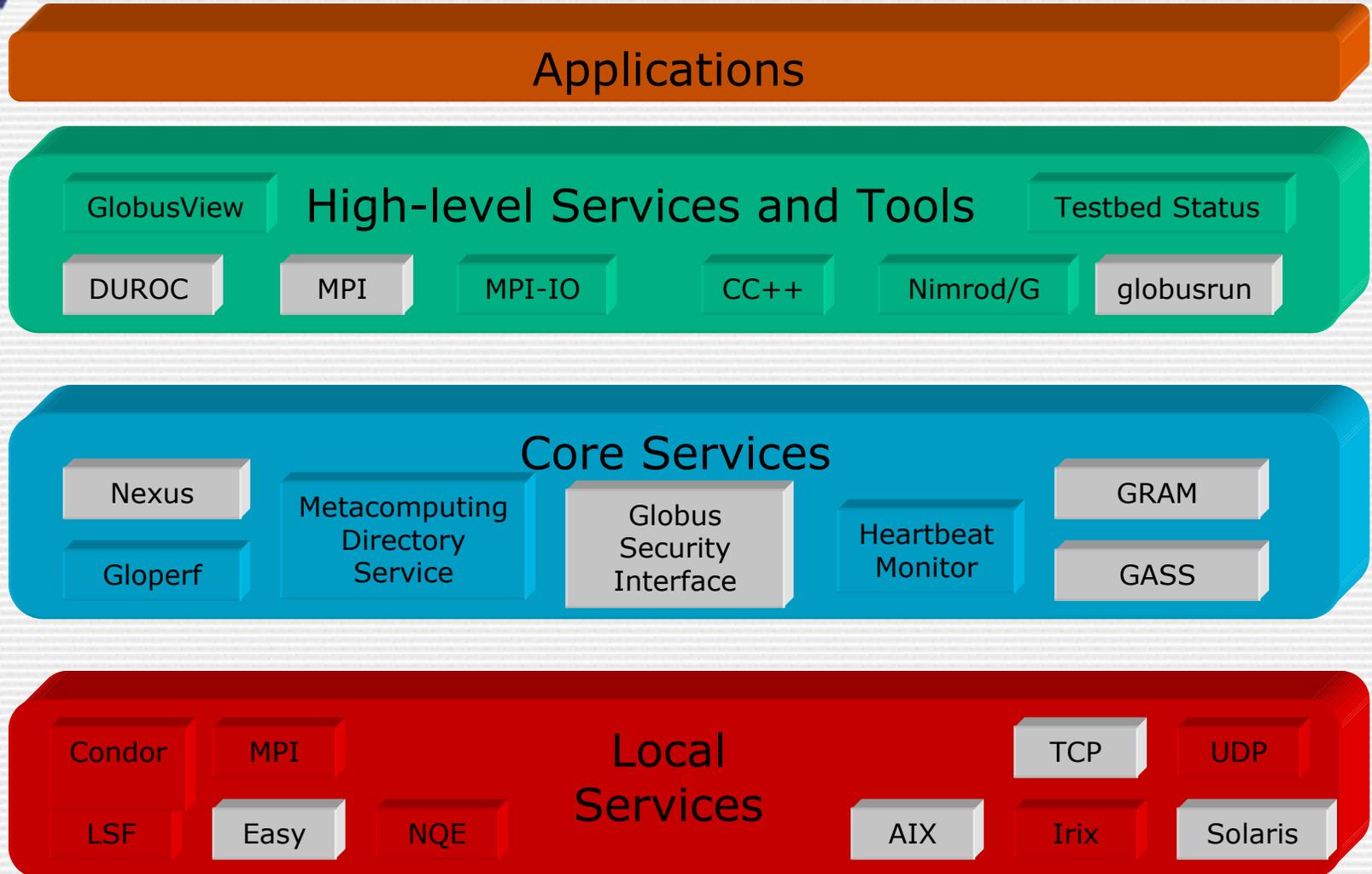
# Virtual Supercomputing: Globus

## ■ Objectifs

- Offrir une boîte à outils pour la construction de supercalculateurs virtuels à l'échelle de l'Internet
- Faire exécuter ses applications sur des ressources distantes



# The Globus big picture...



# Les évolutions de Globus...



- L'implémentation actuelle de Globus n'est pas satisfaisante
  - Pas de protocole de communication
  - Pas de standard pour l'invocation, la notification, la propagation des erreurs, la sécurité, la terminaison, ...
  - Accès aux services au travers d'APIs en constante évolution
  
- La réponse: Open Grid Services Architecture (OGSA)
  - Extension des services Web (Grid Services)
    - Gestion d'instances de services, création et destruction dynamique
    - Un ensemble d'interfaces bien définies pour la gestion des instances
      - Fabrique, répertoire, découverte, durée de vie, notification, etc...
  - Virtualisation des ressources au travers des Grid Services
    - Encapsulation des services Globus dans des Grid Services
  - Plus ou moins refaire ce qui a été fait par l'OMG (CORBA) mais dans un contexte à la mode (le Web)
    - Focalisation sur l'encapsulation plutôt que sur l'héritage
    - WSDL, SOAP, UDDI au lieu d'IDL, IIOP et le NamingService
    - Performance catastrophique !

# Internet Computing (Desktop Grid)



## ■ Principe

- Des millions de PC en attente...
- Récupération des cycles processeurs inutilisés (environ 47% en moyenne dans une entreprise\*) via un économiseur d'écran)

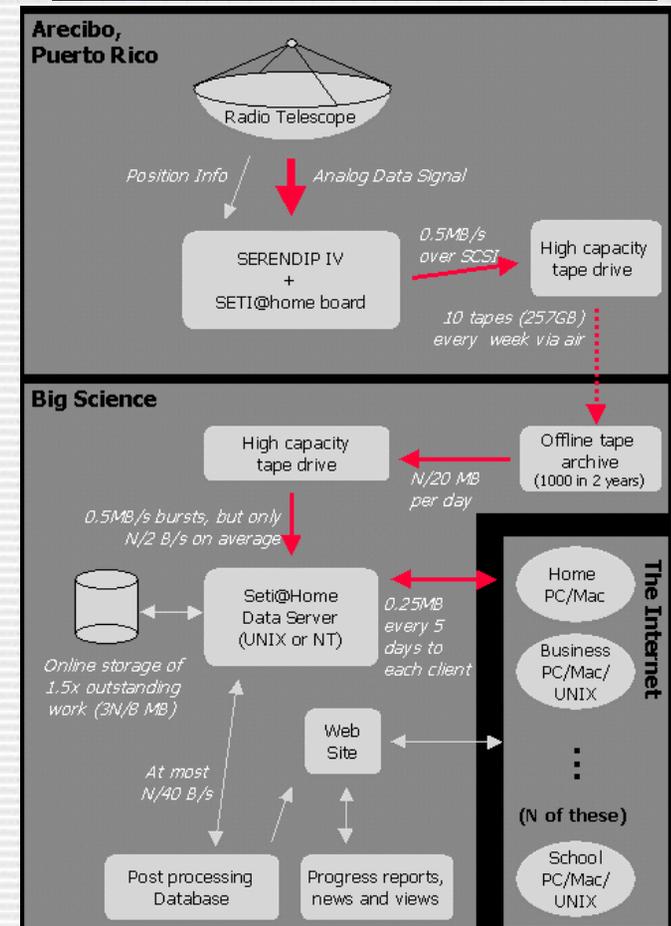
## ■ Exemples

- SETI@home
  - Recherche de signaux extra-terrestres
  - 62 Teraflop/s (à comparer aux 36 Teraflop/s de l'ordinateur le plus puissant au monde au Japon !)



- Décryphon: Etablir la carte des 500 000 protéines du vivant
- RSA-155: Casser des codes cryptographiques

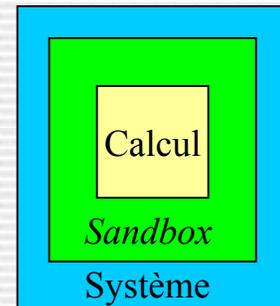
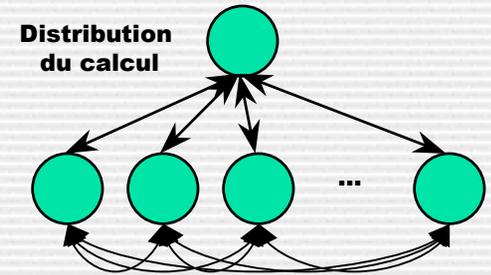
\* d'après une enquête d'Omni Consulting Group



# Quels sont les problèmes



- Elargir le spectre d'applications
  - De vrais applications parallèles
  - Autoriser la communication
- Sécurité
  - Etes-vous prêt à laisser exécuter n'importe quoi sur votre PC ?
  - Technique du *sandbox* (isolation du code de calcul)
    - Comment communiquer avec le monde lorsqu'on est isolé ?
  - Peut-on croire dans les résultats fournis par quelqu'un que l'on ne connaît pas ?
- Parité
  - Cela marche si tout le monde joue le même jeu...
- Modèle de déploiement
  - Essentiellement client/serveur
  - A terme, nécessité du P2P



# Modèle client/serveur pour les grilles de calcul : le *metacomputing*

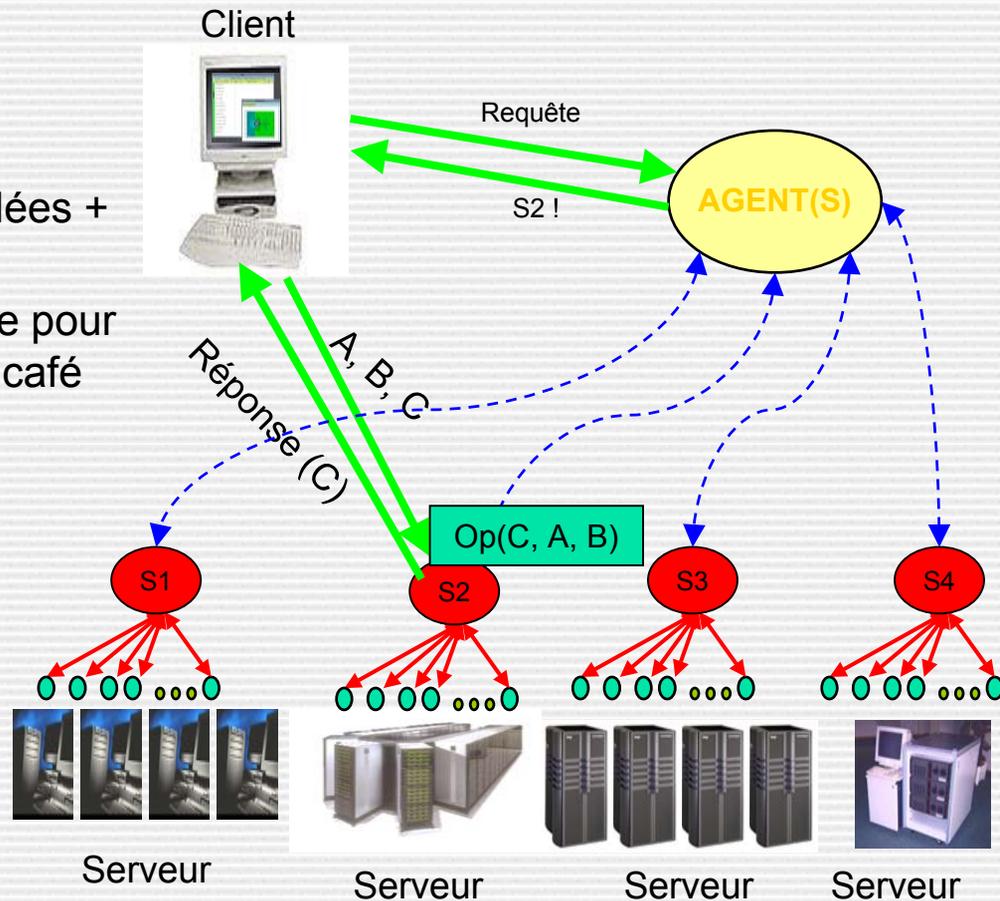


## ■ Principe

- Acheter du service de calcul sur l'Internet
- Service = applications pré-installées + calculateurs
- Plutôt que de demander l'énergie pour faire chauffer le café, acheter le café chaud...

## ■ Exemples

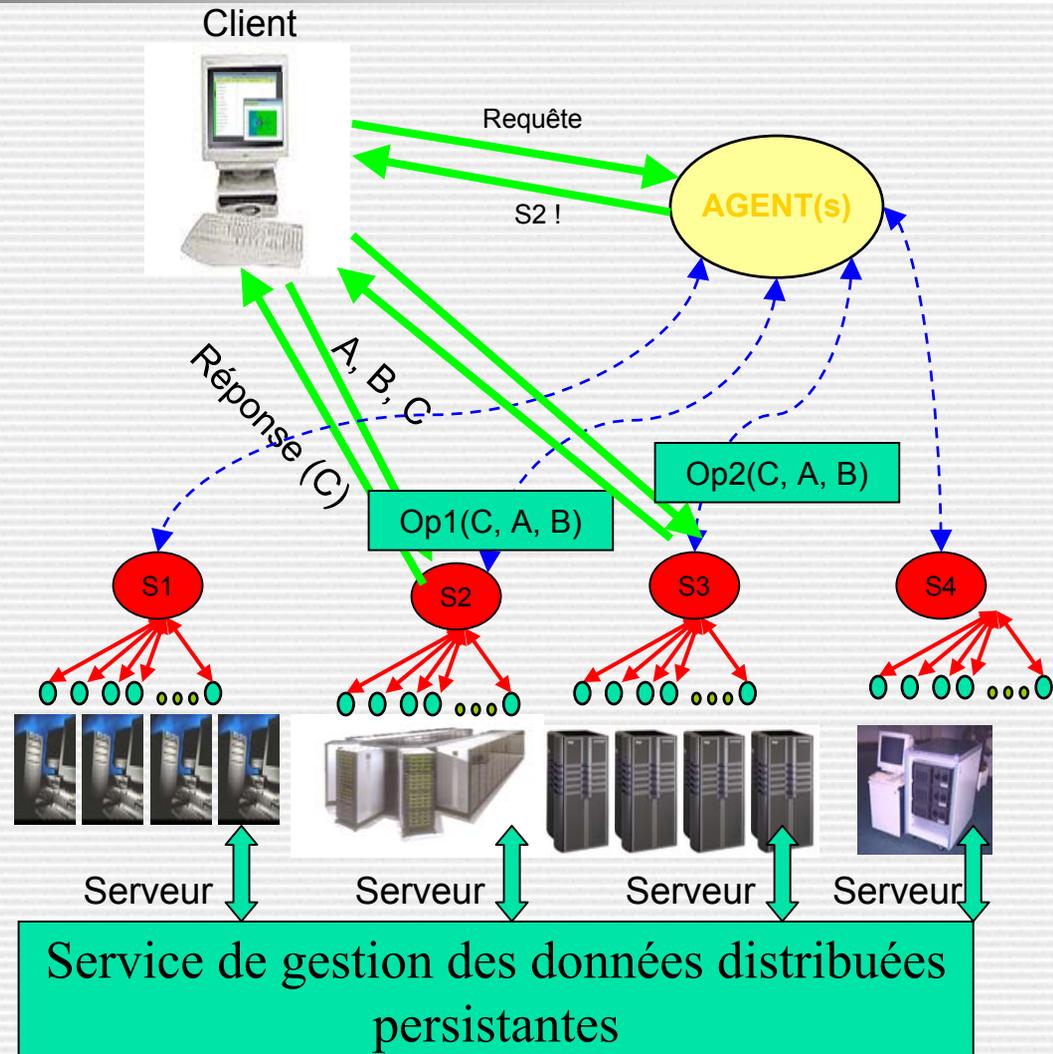
- Netsolve (Univ. Tennessee)
- NINF (Univ. Tsukuba)
- DIET (ENS Lyon/INRIA)



# Les défis du metacomputing



- Stockage des données
  - Pour éviter les transferts multiples entre client et serveurs
  - Gestion des données distribuées et redistribution
- Sécurité
  - Dans les transferts
  - Dans les calculs
- Modèle de déploiement
  - P2P



# Bilan : où en est-on ?



- Un concept né fin des années 90 avec quelques projets phares
  - Essentiellement des prototypes de recherche (middleware) ayant permis quelques expériences
    - Globus, Légion, Unicore, ...
  - Des standards émergents à l'initiative des chercheurs et soutenus fortement par quelques grands acteurs de l'informatique
    - OGSF (Grid Services), WSRF (Web service incluant les Grid Services)
  
- S'il fallait faire un parallèle avec le passé
  - Grille informatique: le calculateur planétaire
  - Le jeu d'instructions est désormais à peu près connu (WSRF)
  - Il reste à inventer des environnements qui facilitent l'usage d'une telle infrastructure
    - Systèmes d'exploitation, langages, outils, ...

# Quelques propriétés attendues des grilles informatiques du futur



- **Transparence et robustesse**
  - Leslie Lamport: « *vous savez que vous avez à faire à un système distribué quand votre travail n'a pas été accompli à cause de la défaillance d'un nœud dont vous ne connaissiez pas l'existence auparavant* » !
- **Sécurité et confiance**
  - Prise en compte de plusieurs domaines d'administration
- **Persistance**
  - Assurer la persistance de l'état des ressources dans un environnement hautement dynamique
- **Ubiquitaire**
  - N'importe quand, n'importe comment, n'importe où...
- **Passage à l'échelle**
  - Des milliers/millions de ressources
- **Facile à programmer**
  - Interfaces utilisateurs intelligentes, modèles de programmation, ...
- **Fondé sur des standards et protocoles ouverts**
  - Web services

# En conclusion



QuickTime™ et un  
décompresseur TIFF (non compressé)  
sont requis pour visionner cette image.

- Les grilles informatiques sont les infrastructures de calcul et de stockage de demain
- Les premiers projets de grilles informatiques ont montré la faisabilité
  - Développement de l'infrastructure (matériel et logiciel)
  - Première expériences concluantes à l'échelle de l'internet (e-science) et d'un intranet (applications industrielles)
- Une impasse sur certains problèmes fondamentaux des systèmes distribués qui nécessitent une nouvelle génération d'infrastructure logicielle pour les grilles
  - La tolérance aux défaillances
  - L'aide au diagnostique
  - Passage à l'échelle
- Une nécessité de renforcer la recherche pour aller vers cette nouvelle génération
  - Pas seulement un problème d'ingénierie !
  - La France est sur la bonne voie:
    - Sur le plan national: une communauté recherche active avec l'ACI GRID (Grid'5000)
    - Sur le plan européen: une forte participation des équipes françaises dans les projets Européens (CoreGRID)