

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

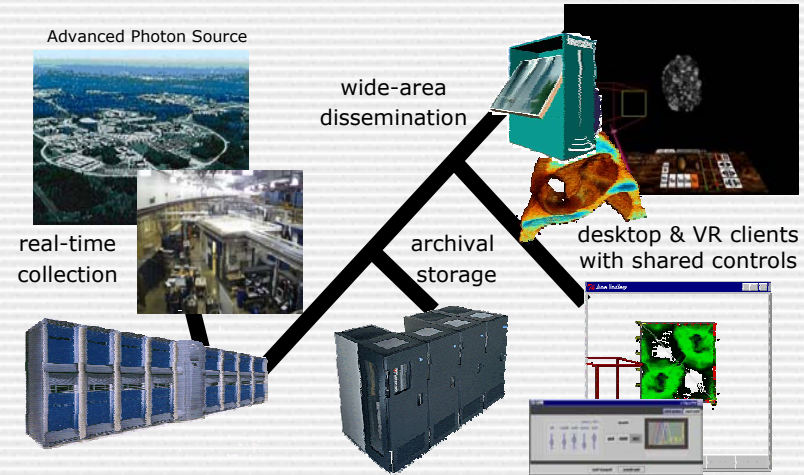
De nouveaux besoins, de nouveaux usages de l'informatique



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



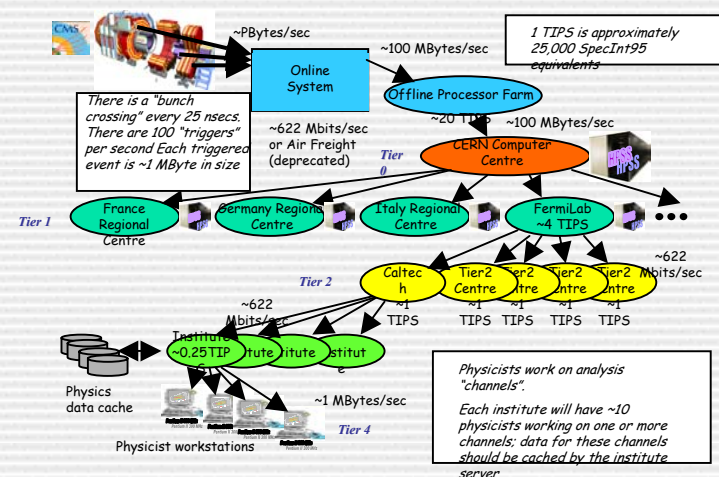
■ e-Engineering

- 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

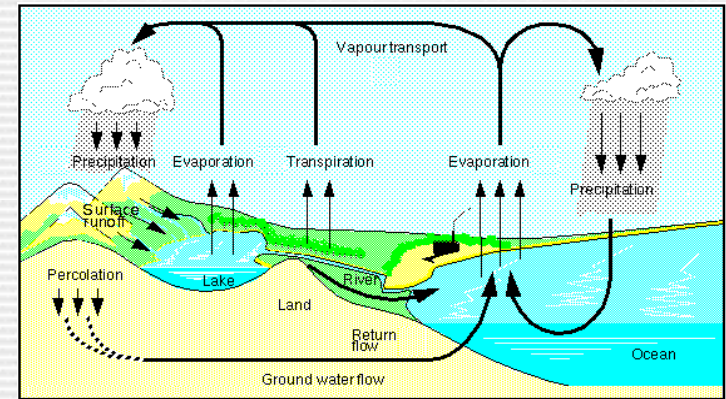
Data Grids for High Energy Physics (DataGRID EU project)



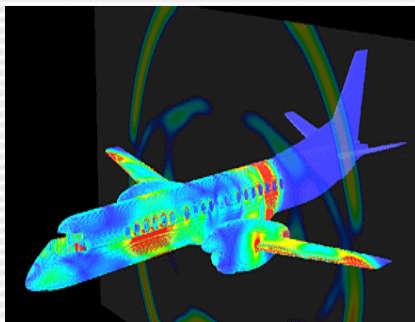
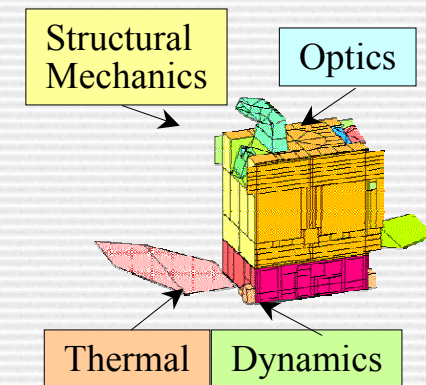
Les nouvelles applications du calcul scientifique : le couplage de codes



- 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

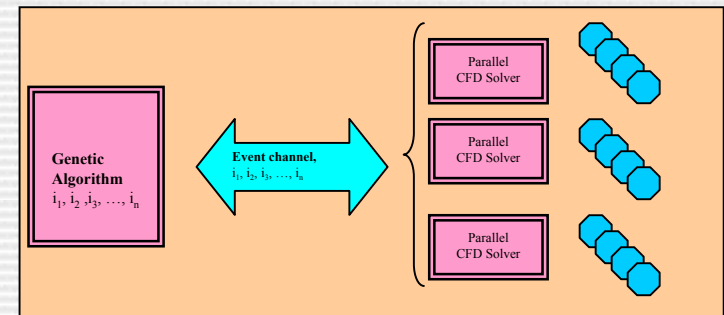
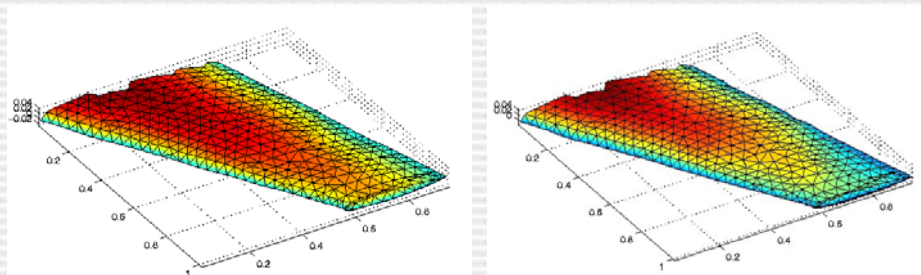
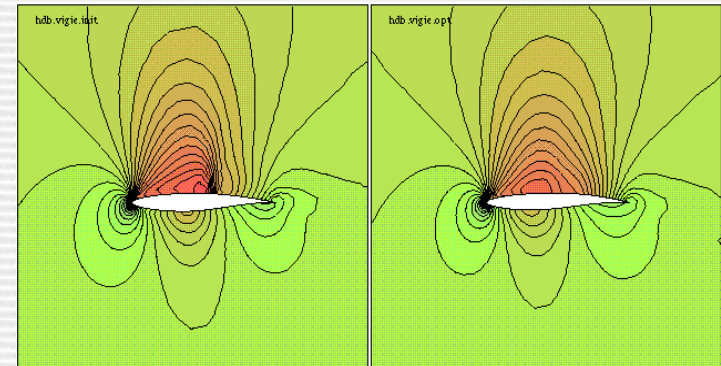
QuickTime™ et un décompresseur TIFF (non compressé) sont requis pour visionner cette image.

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)



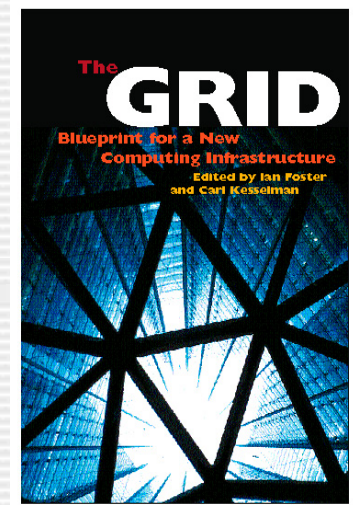
Approche pour la distribution de la puissance informatique =
le réseau Internet et la haute-performance
(parallélisme et distribution)

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

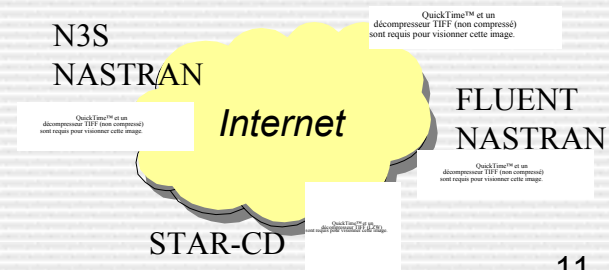
- Grille de calcul: *agréger la puissance de calcul*
 - Supercalculateur virtuel
 - Internet computing : quelques applications à succès
 - Metacomputing ASP

Les grilles de calcul: plusieurs approches

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



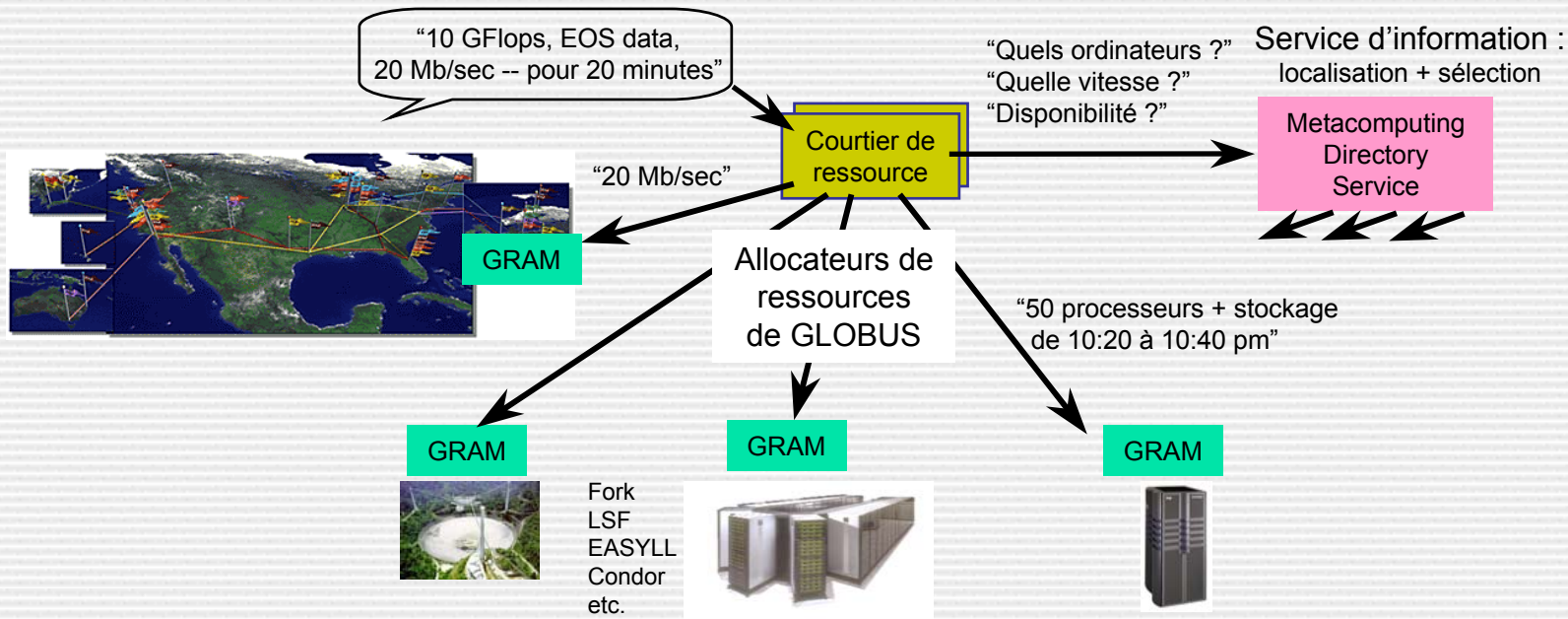
- Virtual Supercomputing
 - Une association de plusieurs supercalculateurs répartis géographiquement (10-1000)
 - Chaque nœud est une machine parallèle contrôlée par un gestionnaire de tâches (batch)
 - Offrir une vision d'un supercalculateur virtuel
- Internet computing
 - Une combinaison d'un très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



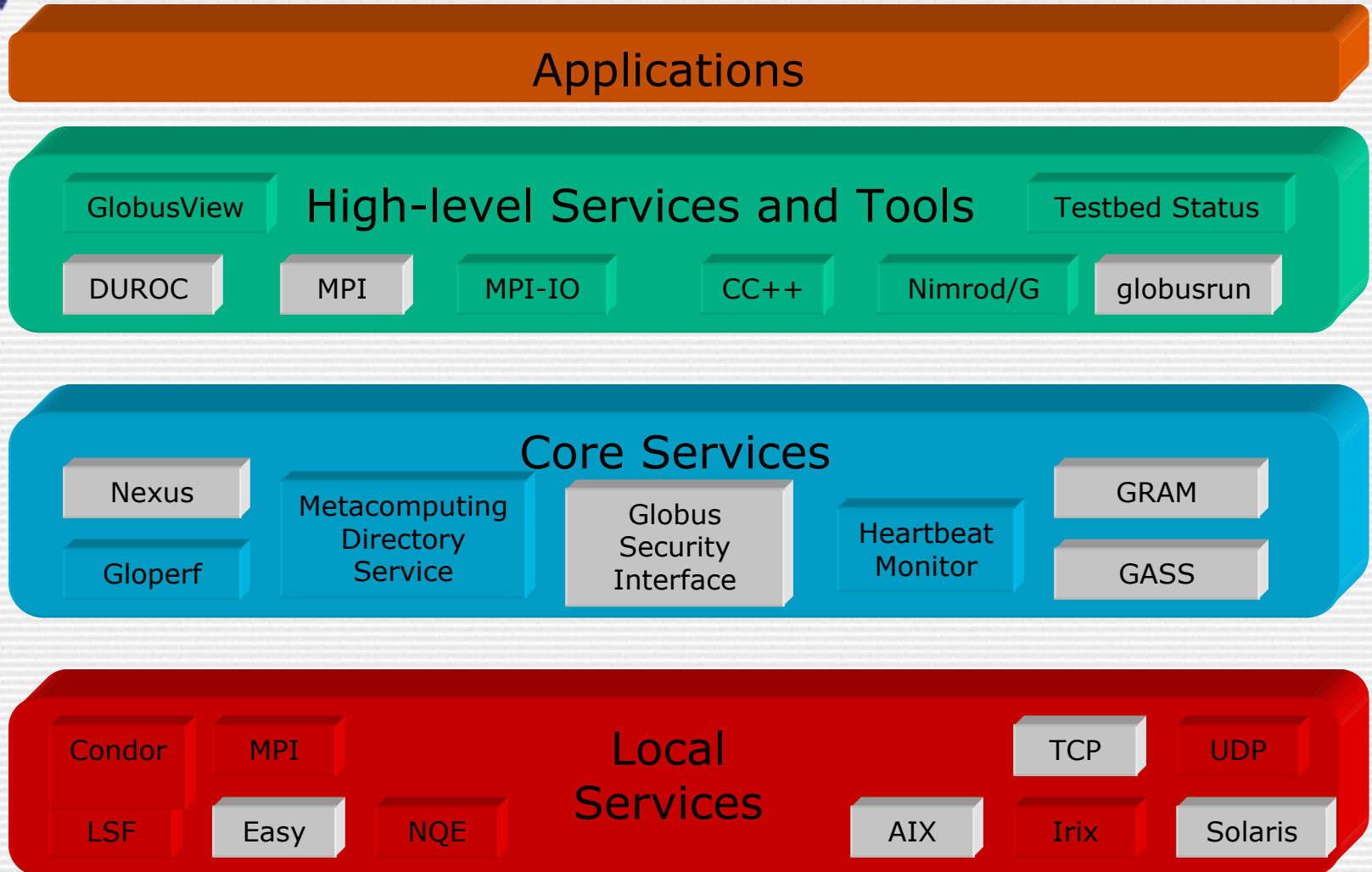
Virtual Supercomputing: Globus

■ 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)

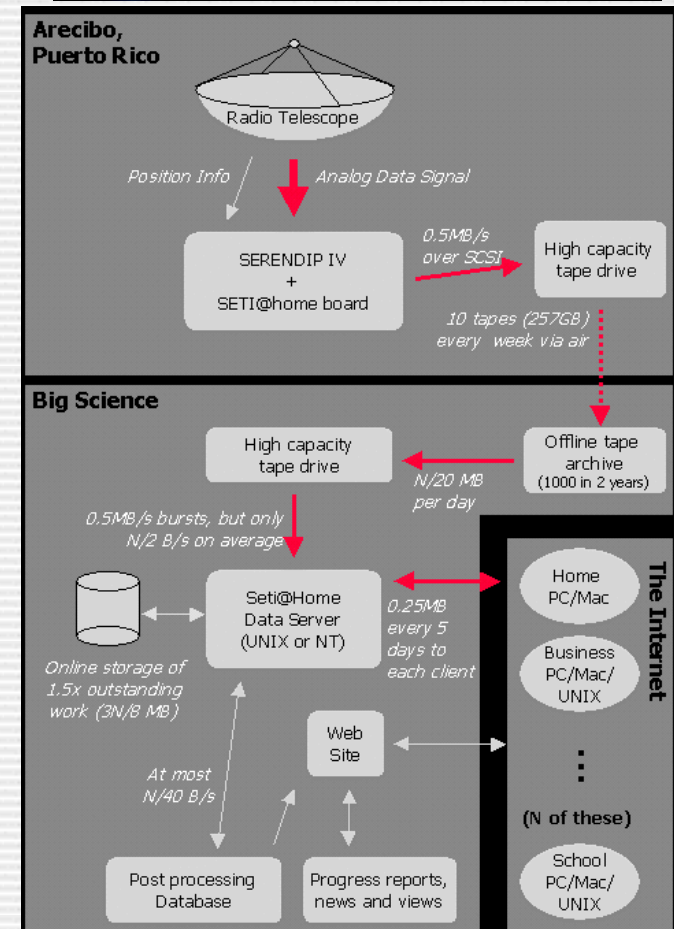
■ Exemples

- 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

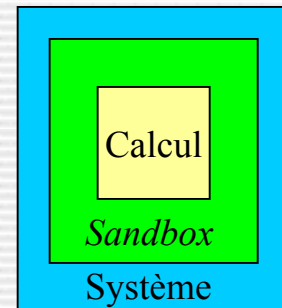
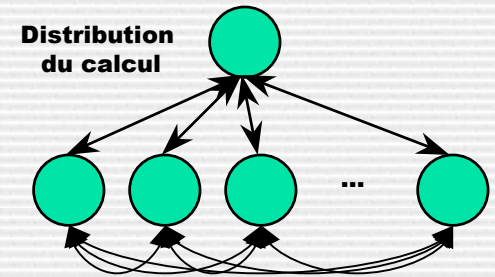
* d'après une enquête d'Omni Consulting Group



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*

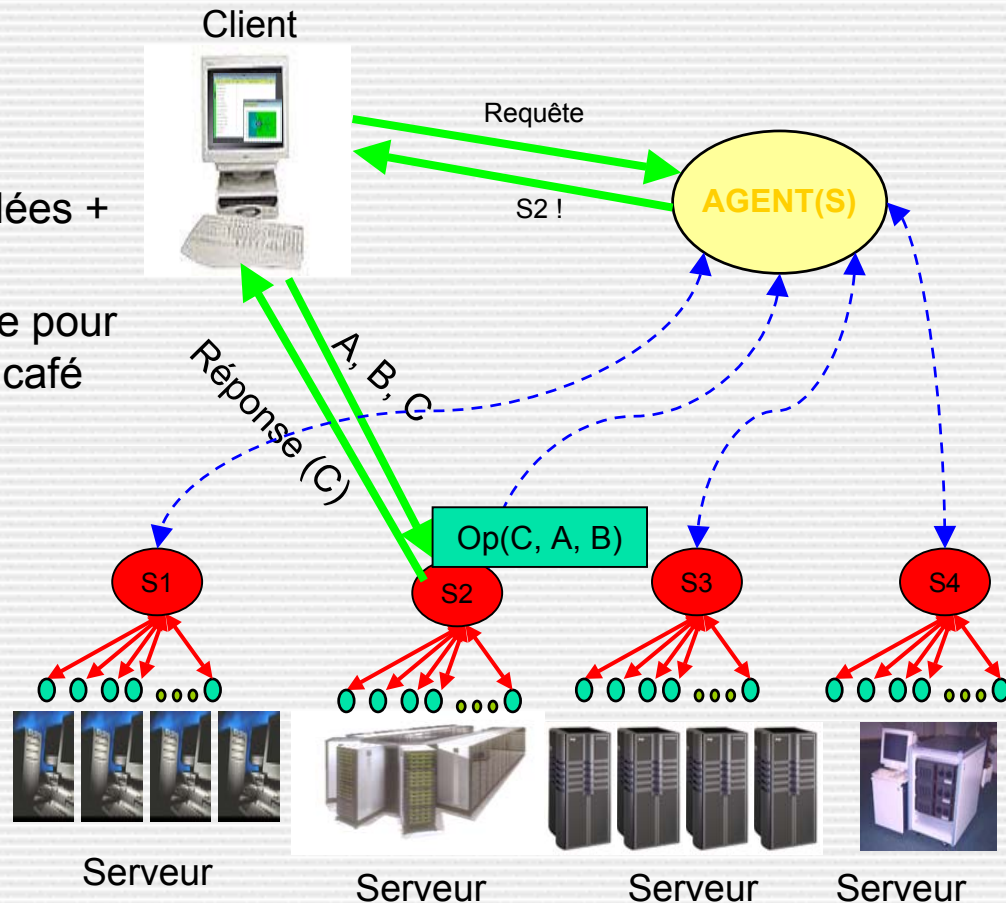


■ Principe

- 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

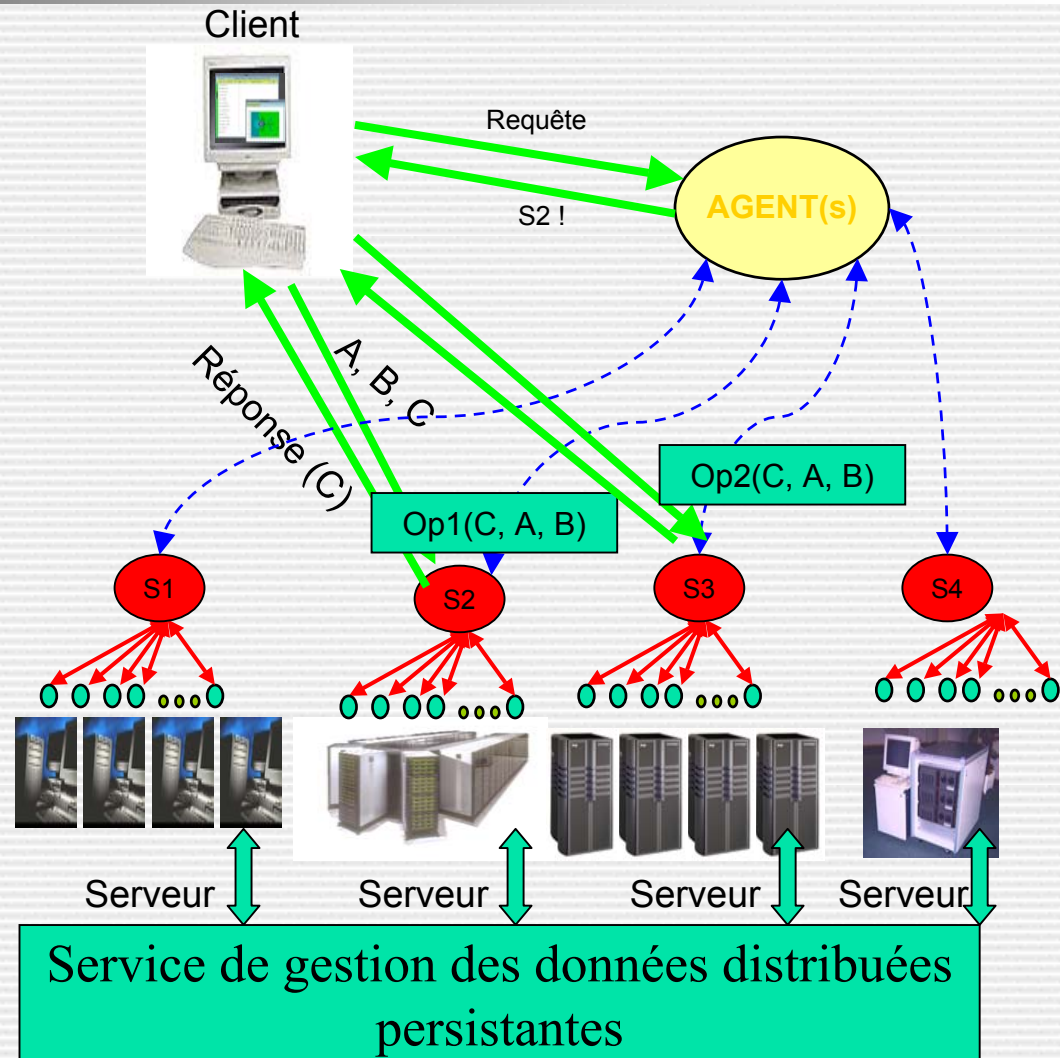
- Netsolve (Univ. Tennessee)
- NINF (Univ. Tsukuba)
- DIET (ENS Lyon/INRIA)



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)