

Le défi Informatique du LHC et le développement des grilles de calcul

Faïrouz Malek, CNRS/IN2P3

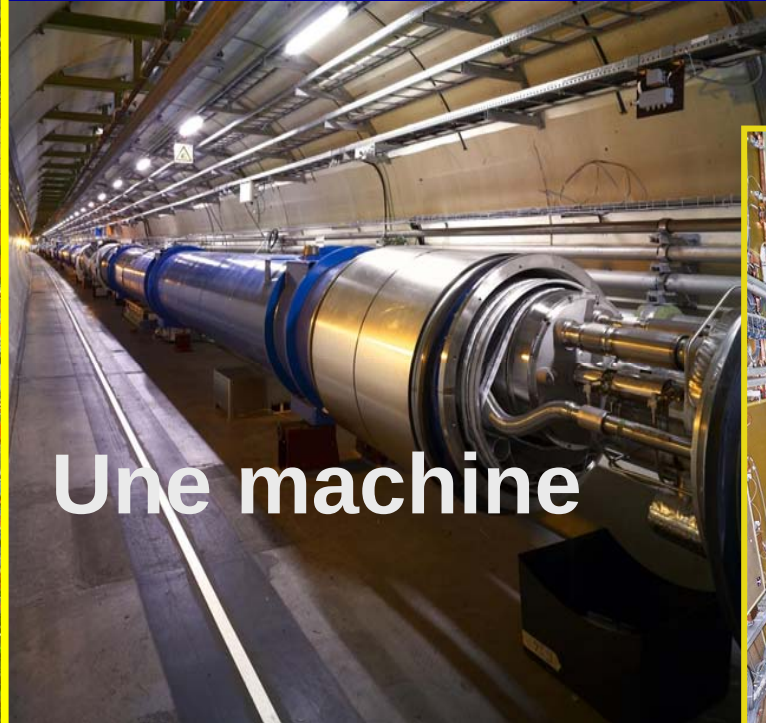


*Congrès général de la SFP,
Ecole Polytechnique-Palaiseau
6-10 juillet 2009*

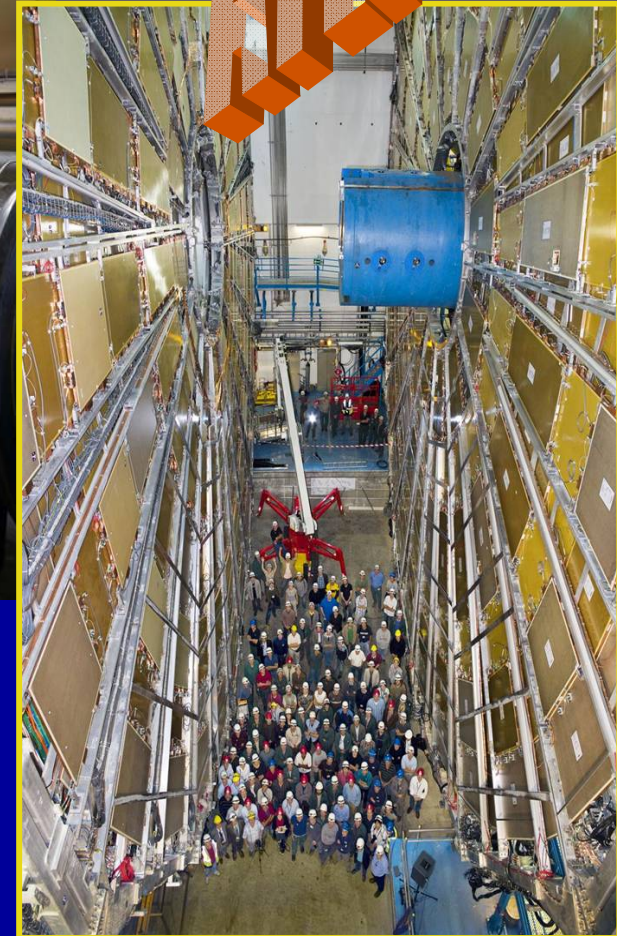
Le LHC...



CMS



Une machine



ATLAS

Des détecteurs

Du calcul

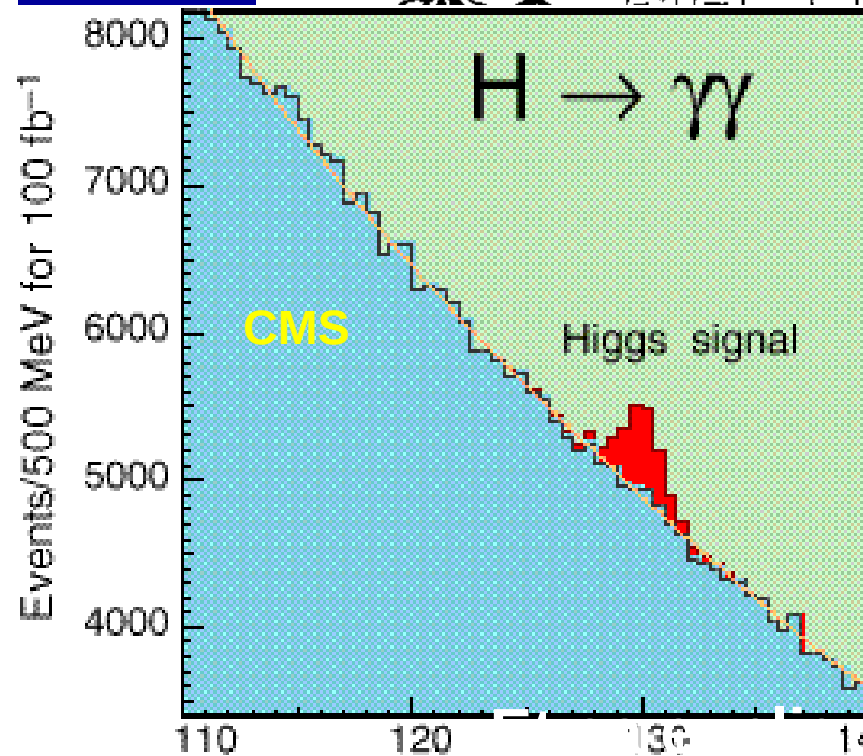


Des gens



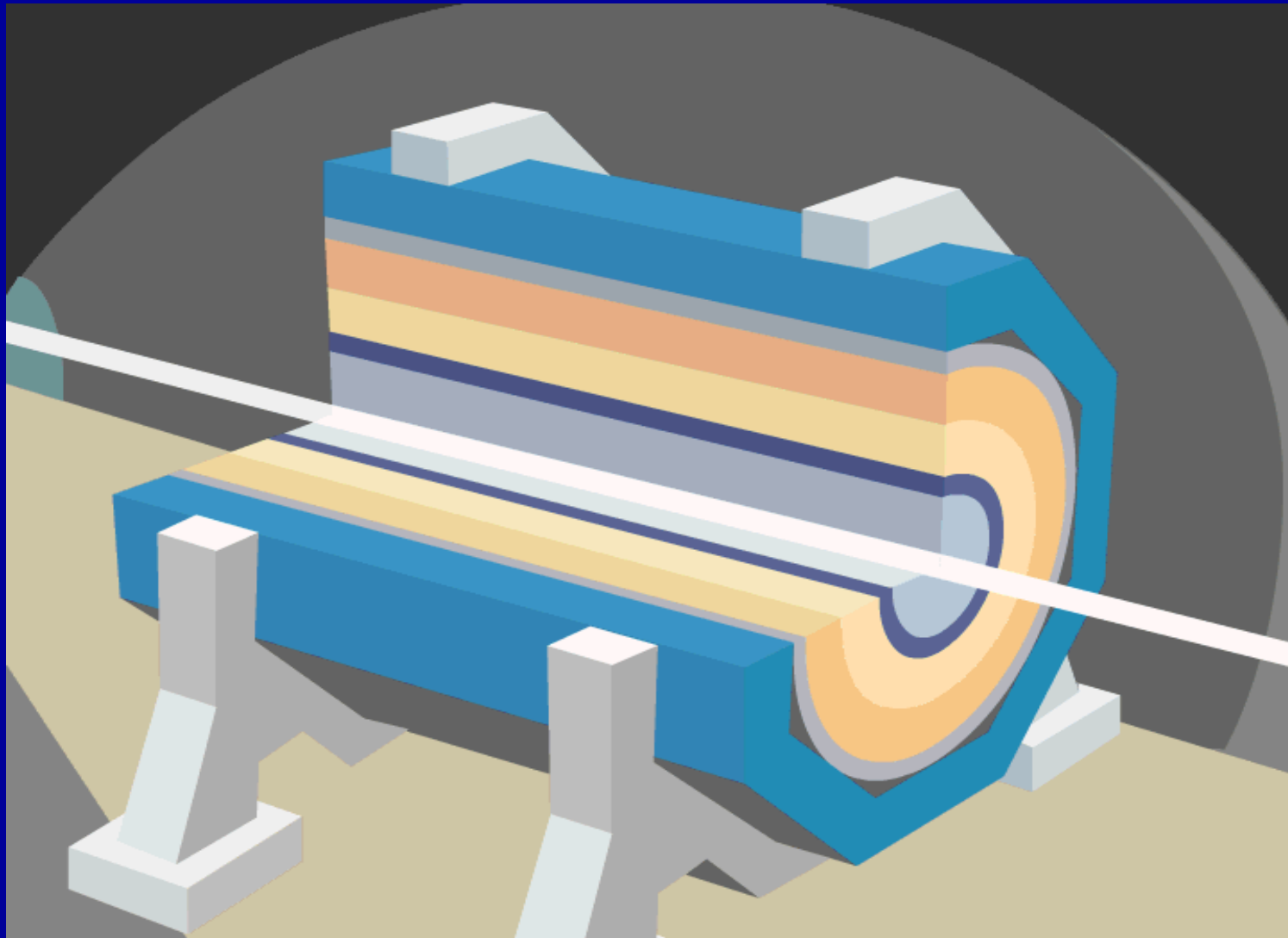
Et tout ça, pourquoi donc ?
Mais encore ????

Pour une aiguille dans une botte de foin qui
donne

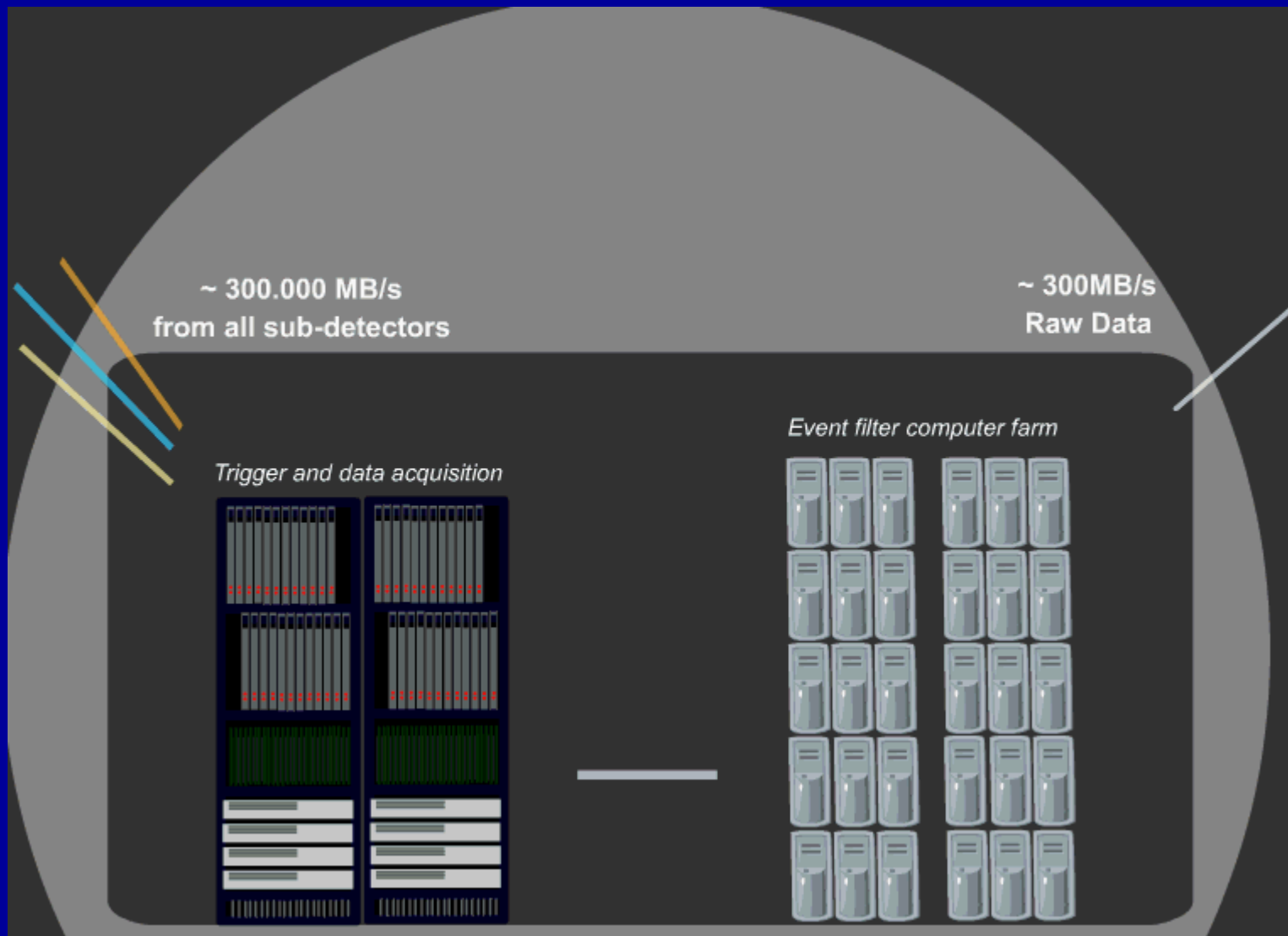


la genèse de
l'Univers quand même!

Que se passe-t-il lors des collisions au LHC ?



L'acquisition de données



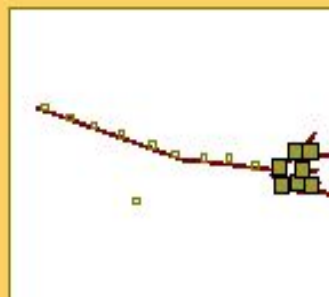
From raw data to physics



2037 2446 1733 1699
4003 3611 952 1328
2132 1870 2093 3271
4732 1102 2491 3218
2421 1211 2319 2133
3451 1942 1121 3429
3742 1288 2343 7142

Raw data

**Convert to
physics
quantities**



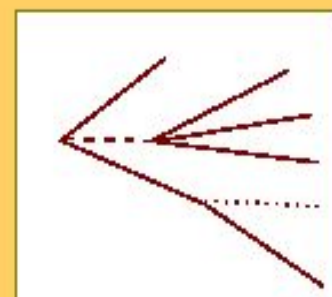
**Detector
response**

**apply
calibration,
alignment**



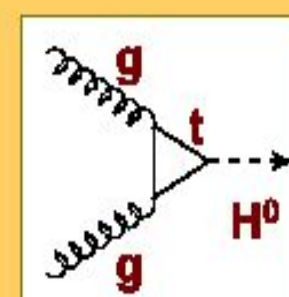
**Interaction with
detector material**

**Pattern,
recognition,
Particle
identification**



**Fragmentation
Decay**

**Physics
analysis**



Basic physics

Results

Reconstruction

Analysis

Simulation (Monte-Carlo)

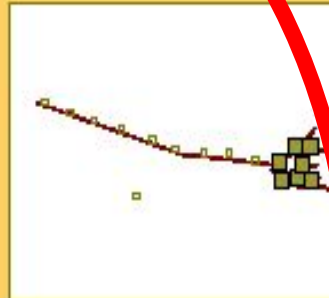
From raw data to physics



2037 2446 1733 1699
0003 3611 952 1328
2132 1870 2093 3271
4732 1102 2491 3218
2421 1211 2319 2133
3451 1942 1121 3429
3742 1288 2343 7142

Raw data

**Convert to
physics
quantities**



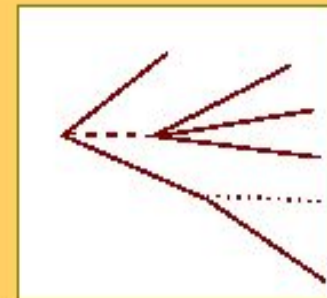
**Detector
response**

**apply
calibration,
alignment**



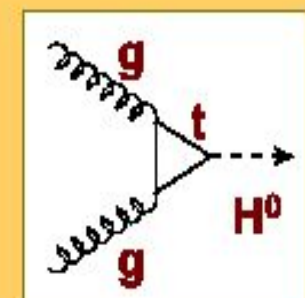
**Interaction with
detector material**

**Pattern,
recognition,
Particle
identification**



**Fragmentation
Decay**

**Physics
analysis**



Basic physics

Results

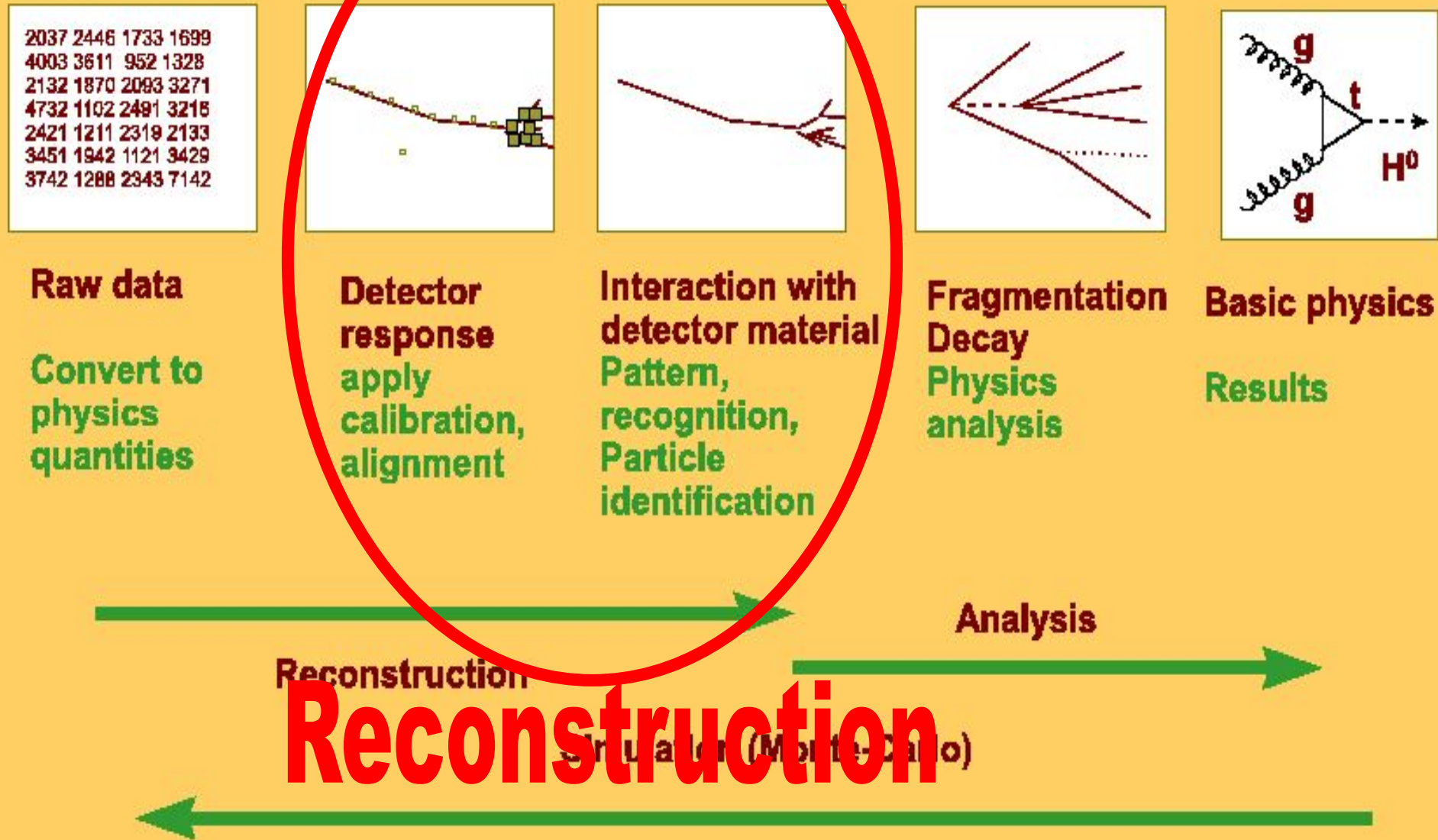
Reconstruction

Analysis

Calibration

Simulation (Monte-Carlo)

From raw data to physics

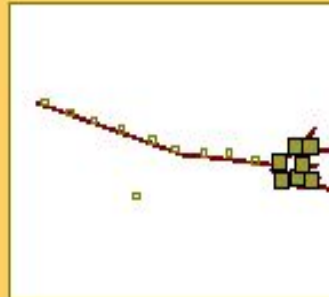


From raw data to physics

2037 2446 1733 1699
4003 3611 952 1328
2132 1870 2093 3271
4732 1102 2491 3218
2421 1211 2319 2133
3451 1942 1121 3429
3742 1288 2343 7142

Raw data

**Convert to
physics
quantities**



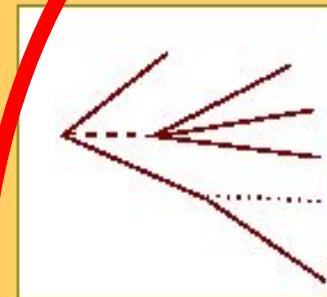
**Detector
response**

**apply
calibration,
alignment**



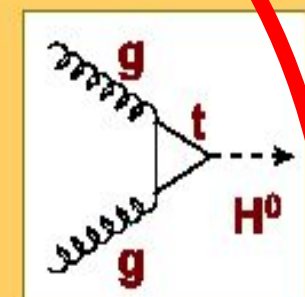
**Interaction with
detector material**

**Pattern,
recognition,
Particle
identification**



**Fragmentation
Decay**

**Physics
analysis**



Basic physics

Results

Reconstruction

Simulation (Monte-Carlo)

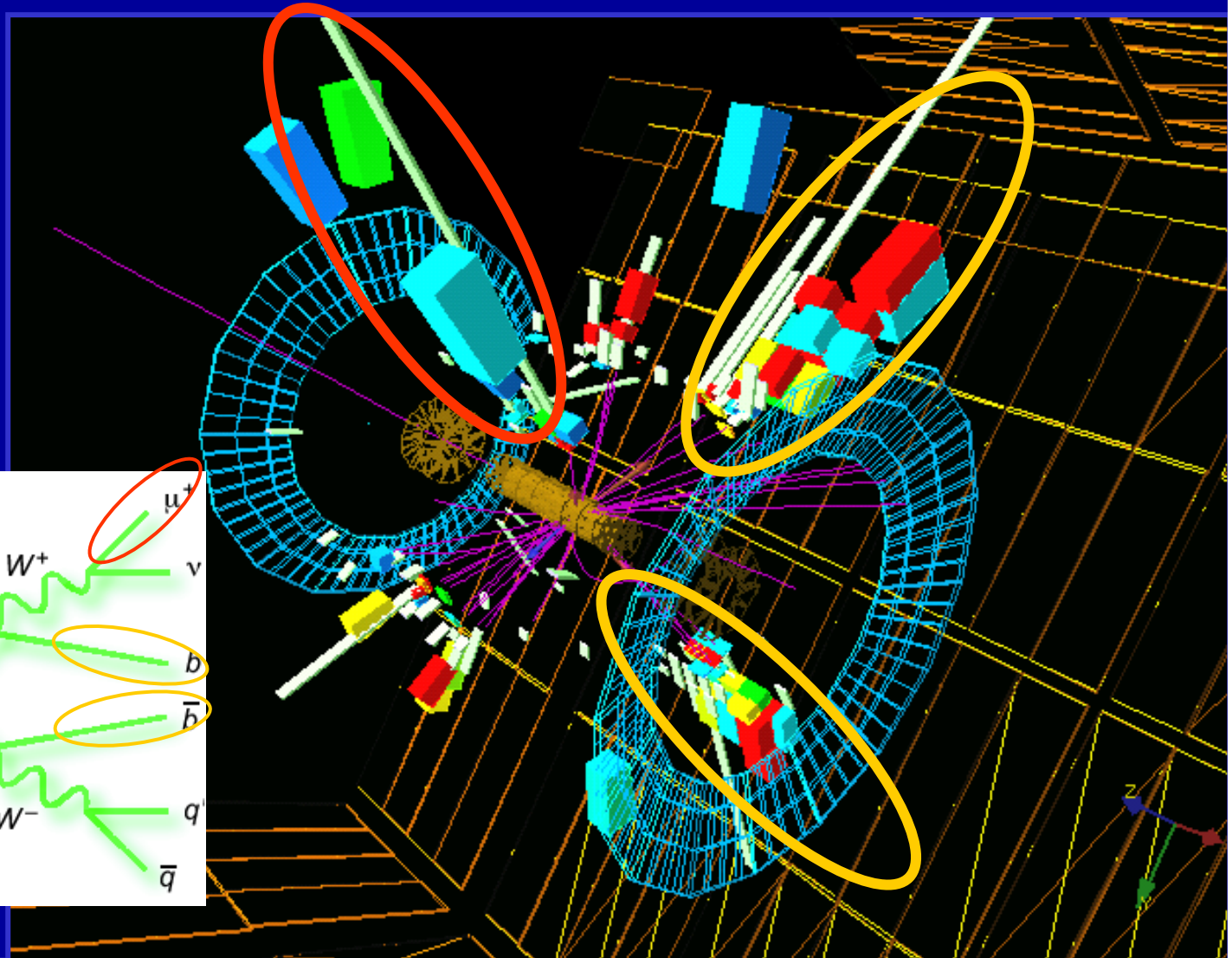
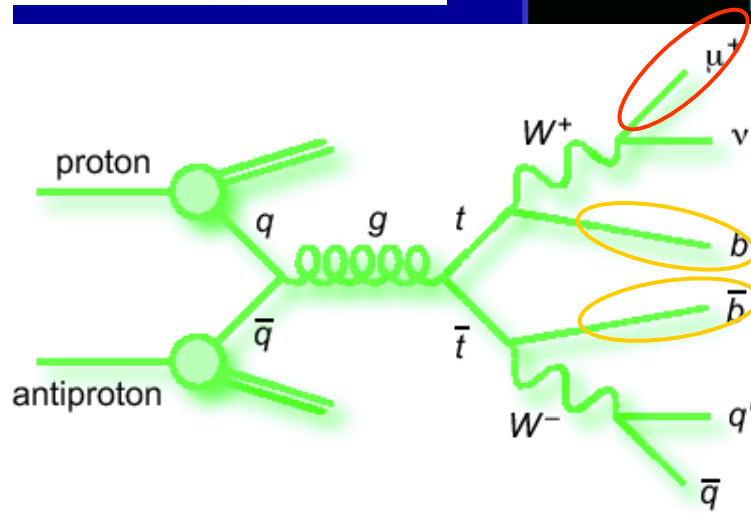
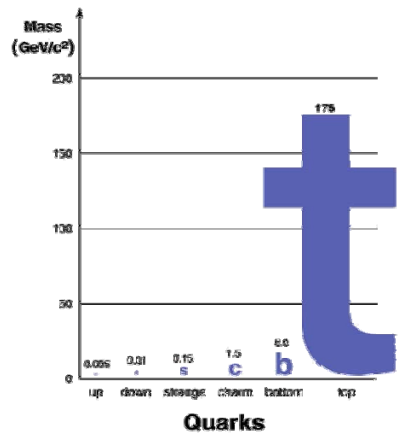
Analysis

Analyse

Visualisation d'un événement (top)

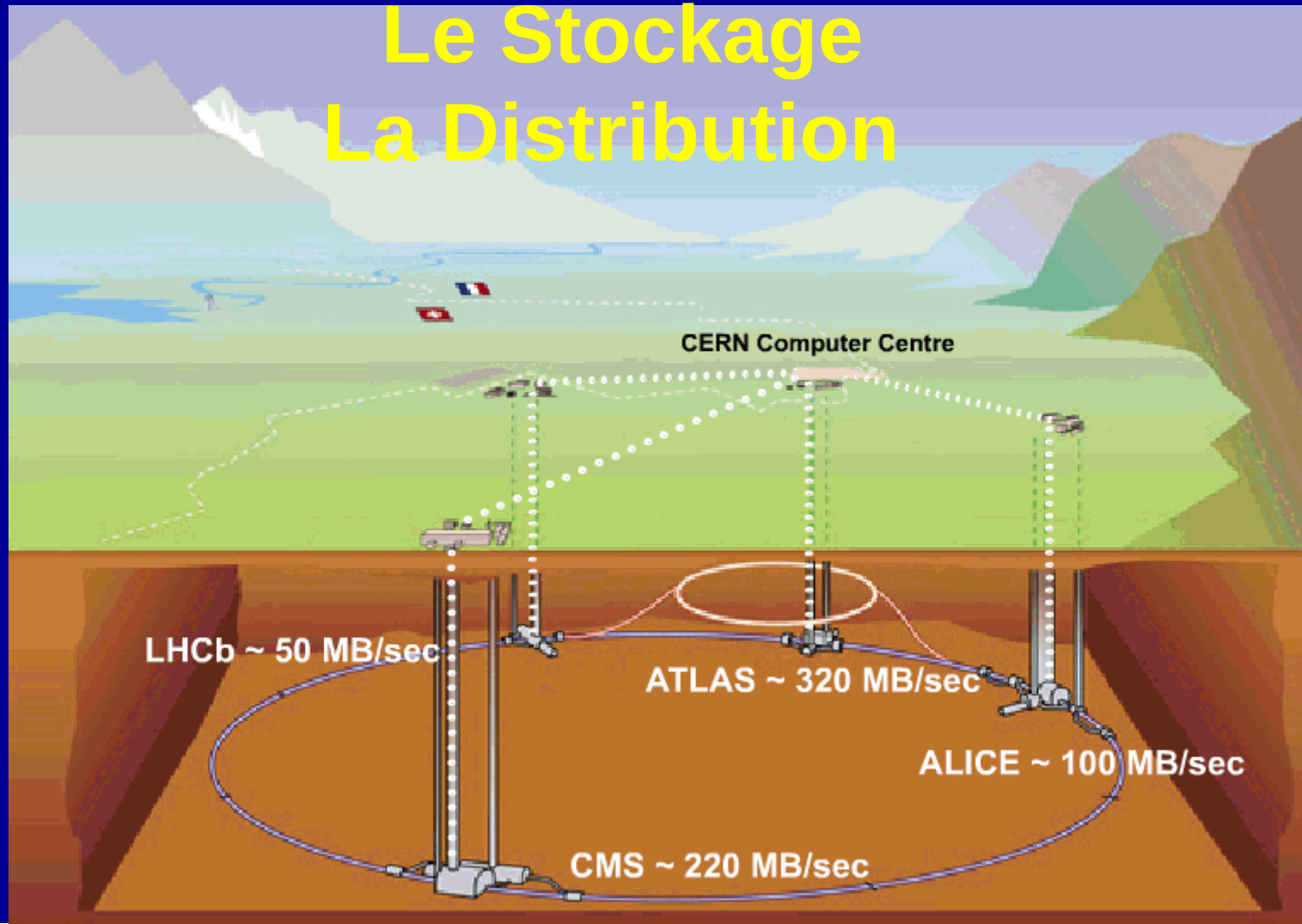
VRAI de D0/Fermilab

QUARK MASSES



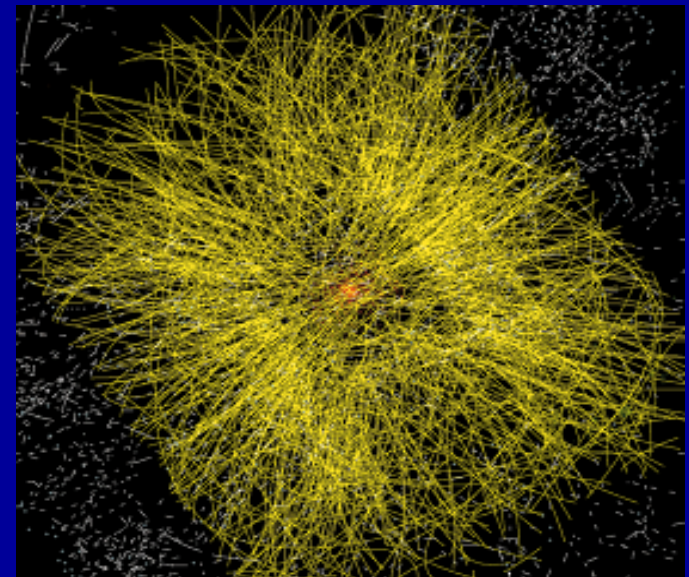
Au CERN: Acquisition (Brut), Une première Reconstruction,

Le Stockage La Distribution



Le calcul au LHC: **Un défi ?**

- **Signal/Bruit 10^{-9}**
- **Volume de données**
 - Taux élevé * grand nbre de canaux * 4 expériences
 - **15 PetaBytes de données nouvelles par an**
- **Puissance de calcul (>100 MSI2k)**
 - Complexité de l'événement * Nb. événements * milliers d'utilisateurs
 - **> 50 k fastest CPUs (d'aujourd'hui)**

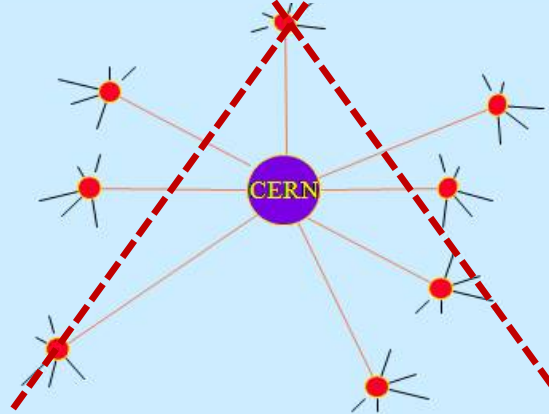


Les options considérées en 1996

ARCHITECTURE DU MODÈLE DE CALCUL

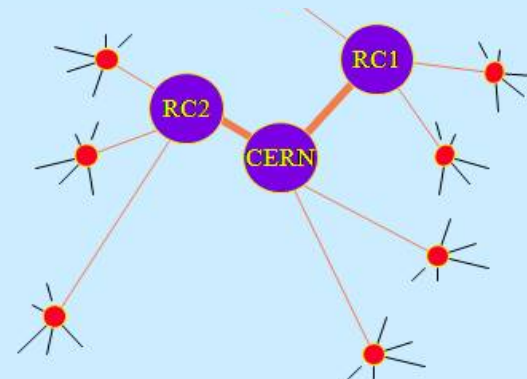
~~Modèle centralisé~~

- Tous les événements sont centralisés, stockés et gérés par le CERN
- Un très bon temps de réponse est nécessaire



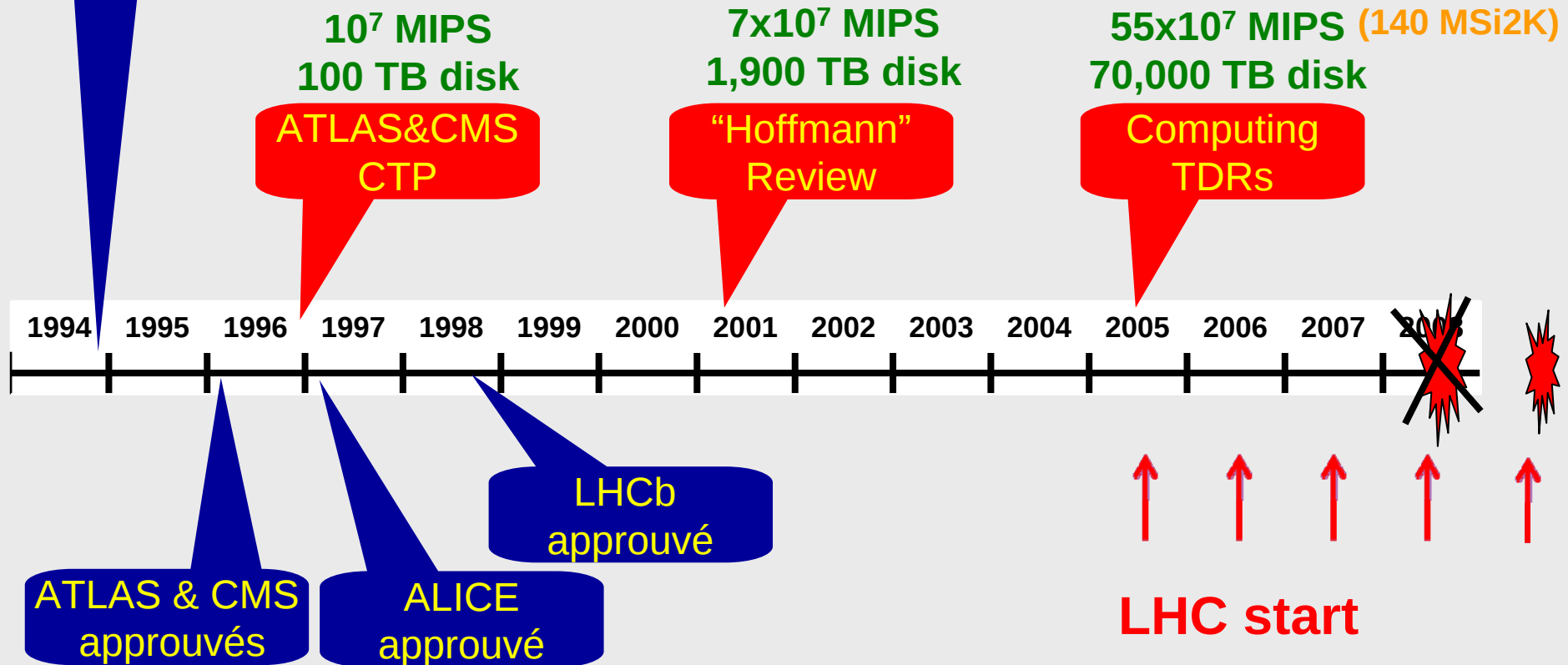
Modèle partiellement centralisé

- Réplication des données sur environ 5 centres régionaux
- Données transférées par le réseau classique ou copie de cartouches

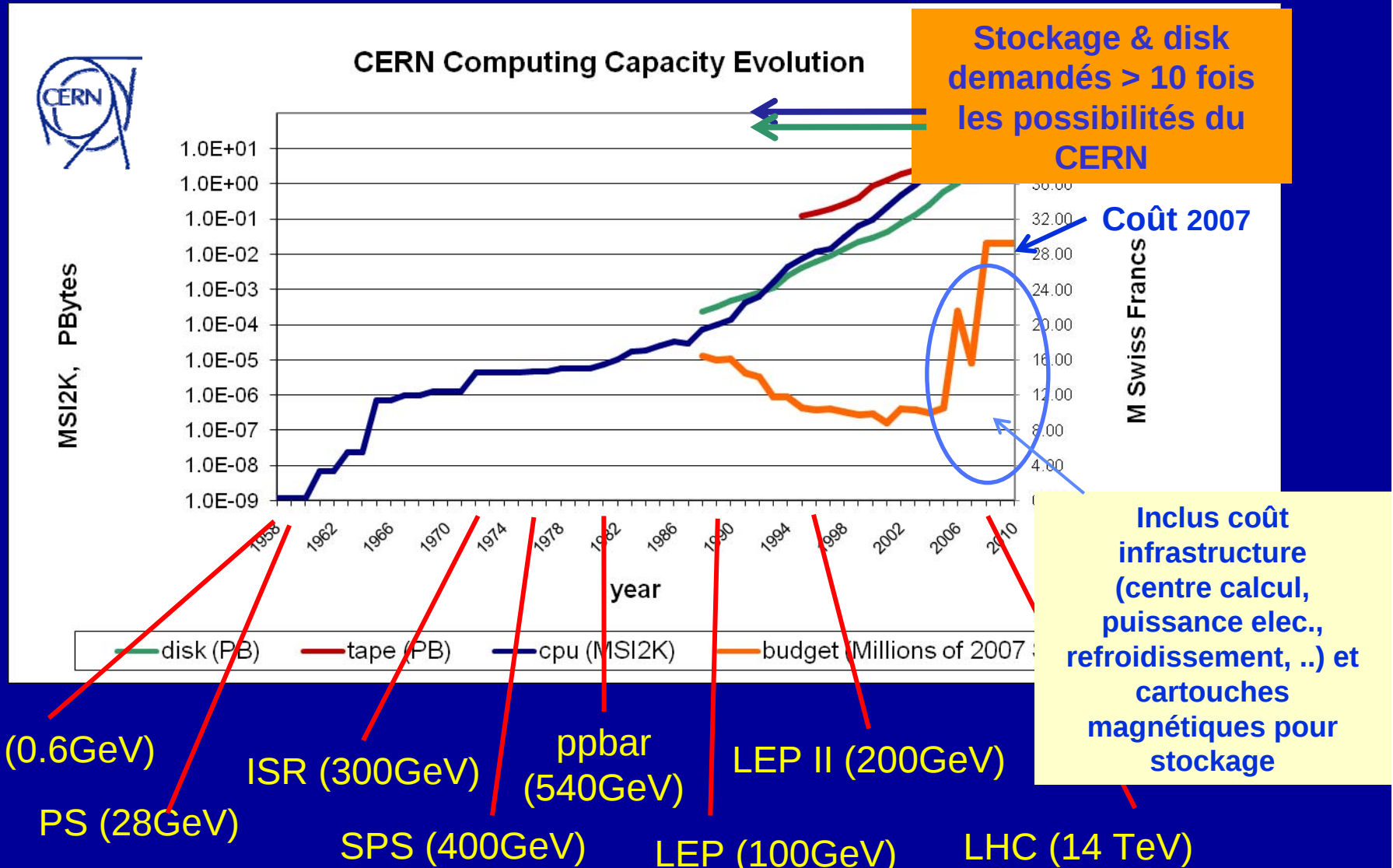


Historique du Calcul LHC

Estimations ATLAS (ou CMS) 1^{ère} année à la luminosité nominale

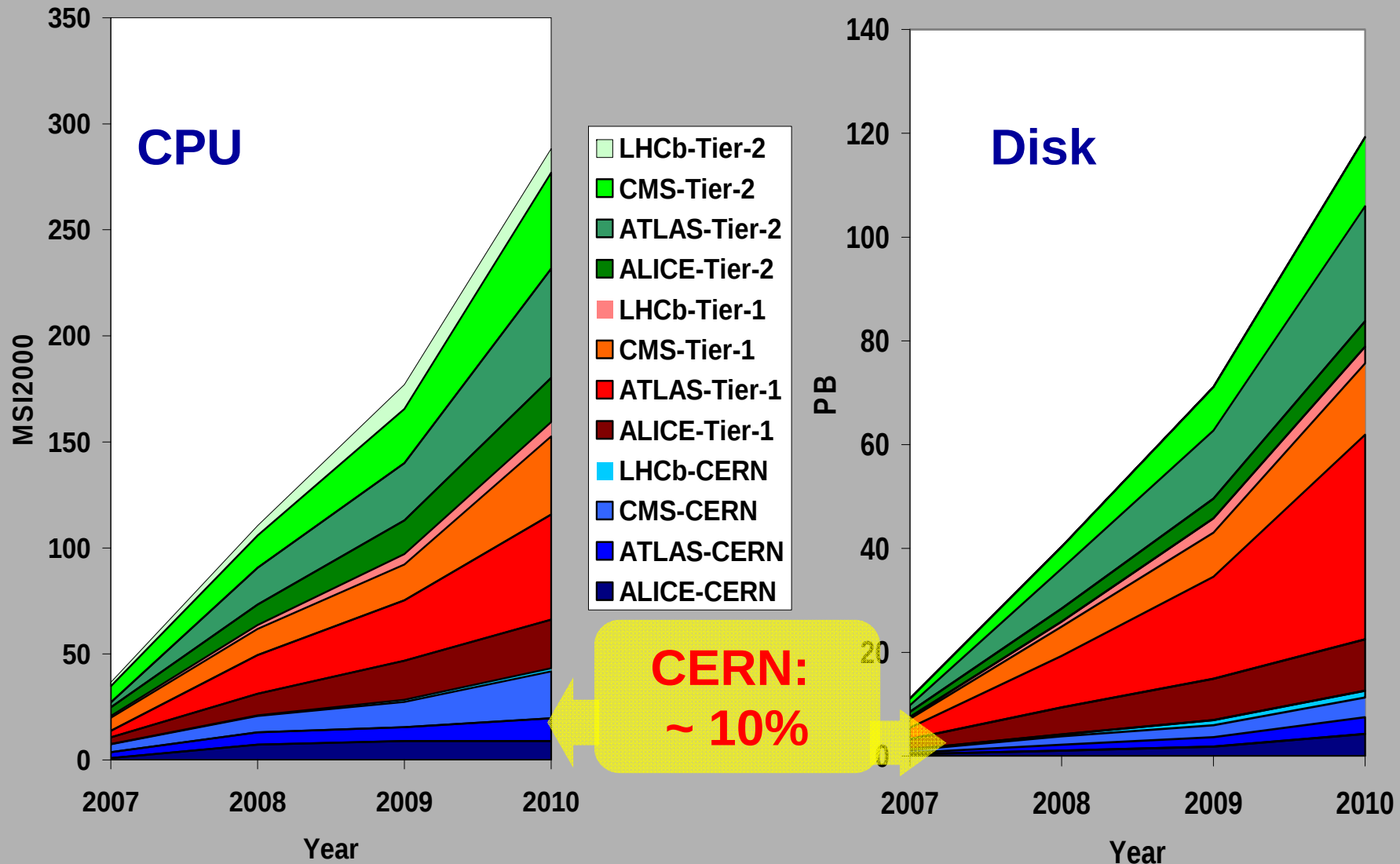


Evolution des capacités calcul au CERN



Demandes en CPU & Disk

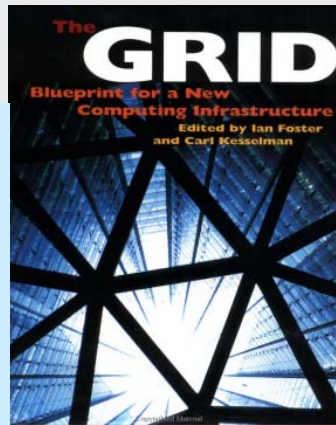
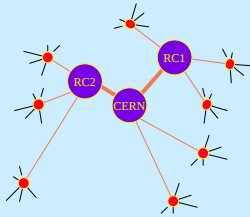
Plan prévisionnel en 2006



Vers le Grid pour le LHC

Un chemin de non retour

- Partially decentralized model
 - replicate the event data at about five regional centres
 - data transfer via network or movable media



GriPhyN,
iVDGL, PPDG

GRID 3

OSG

WLCG

EU DataGrid

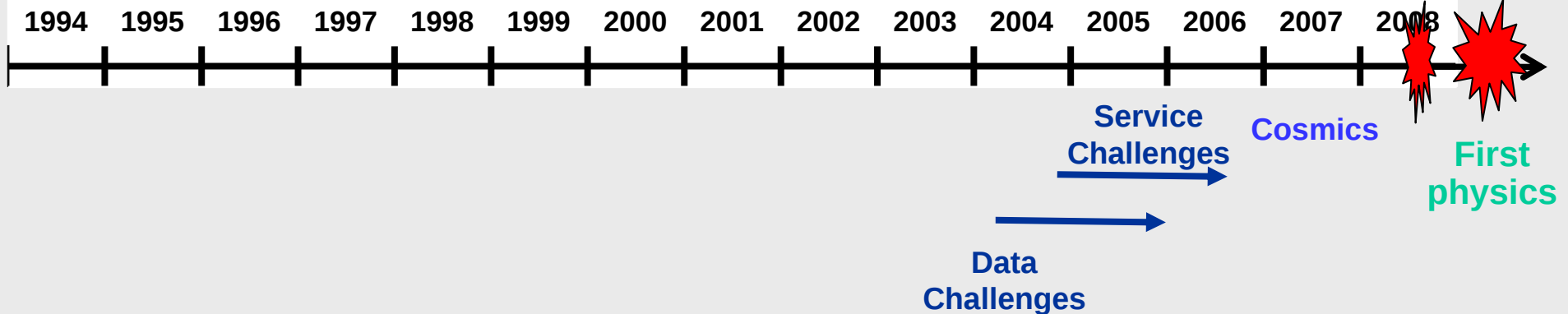
EGEE 1

EGEE 2

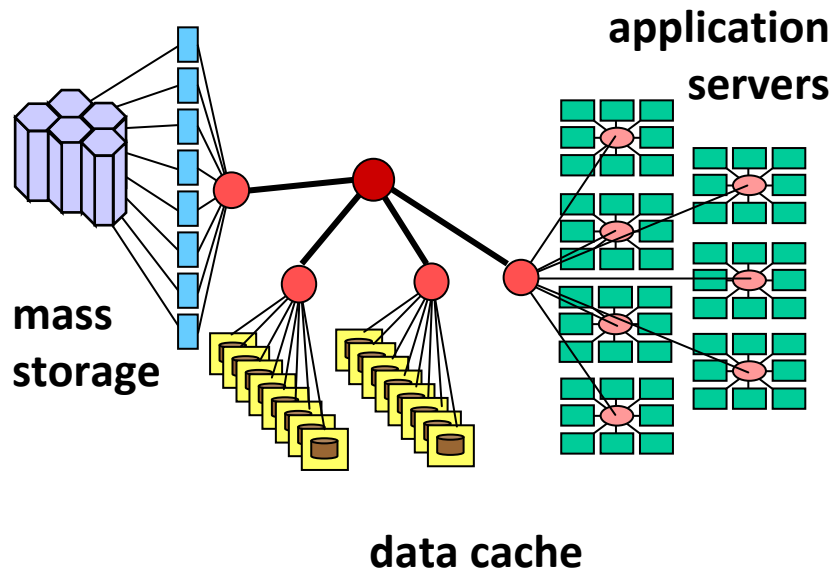
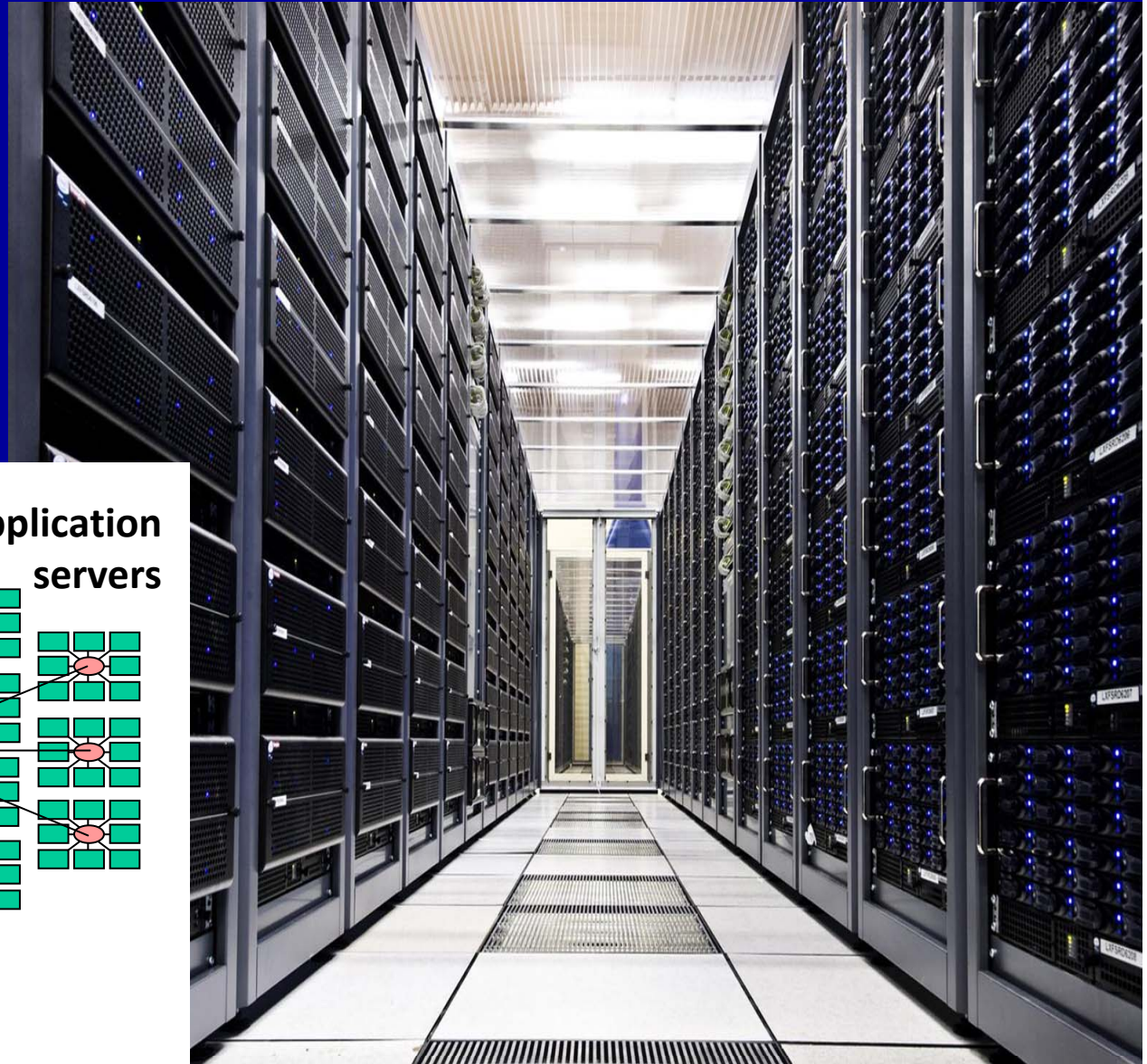
EGEE 3

LCG 1

LCG 2

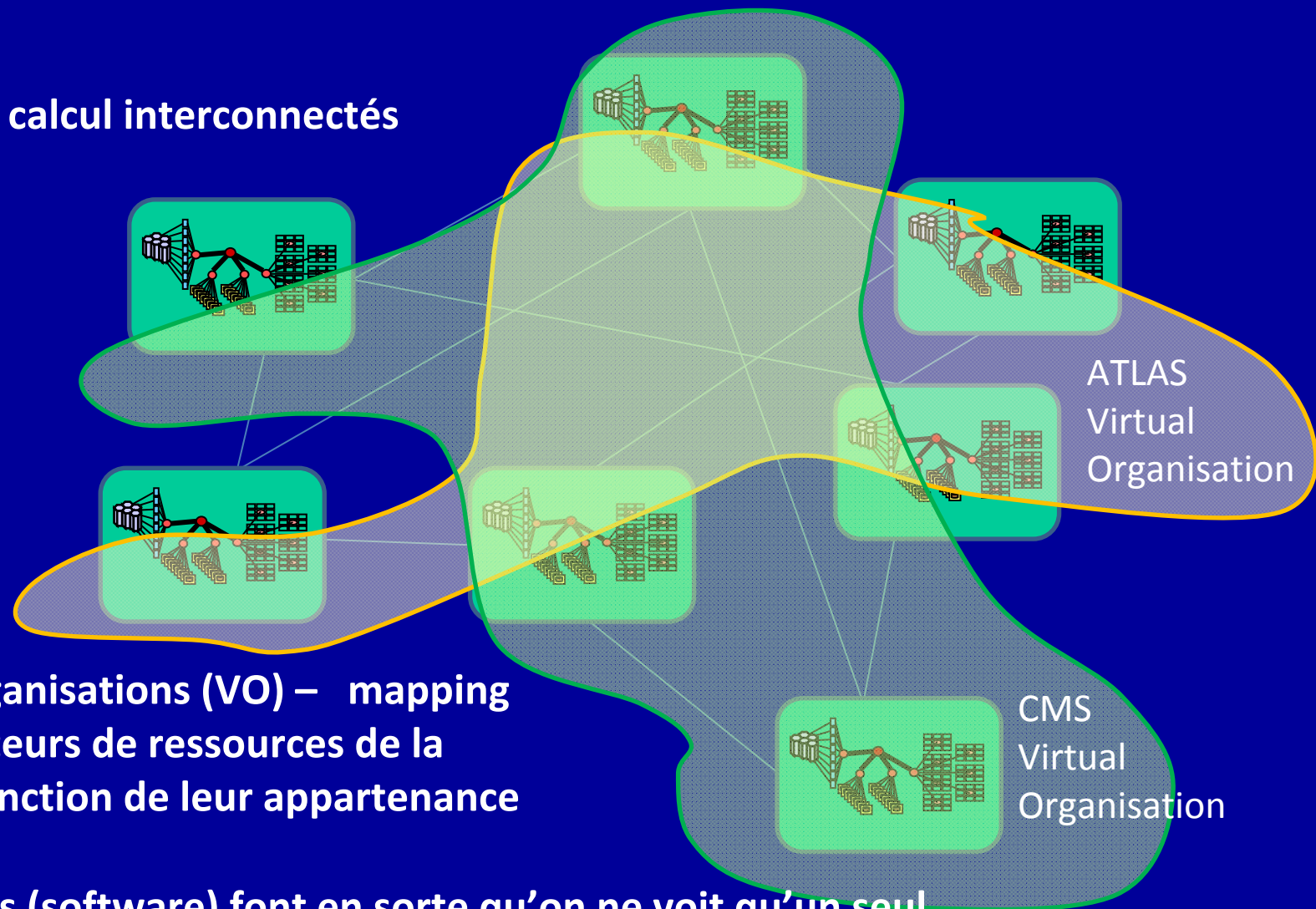


L'Architecture appropriée



Grille de calcul: Que veut-on vraiment dire ?

Centres de calcul interconnectés

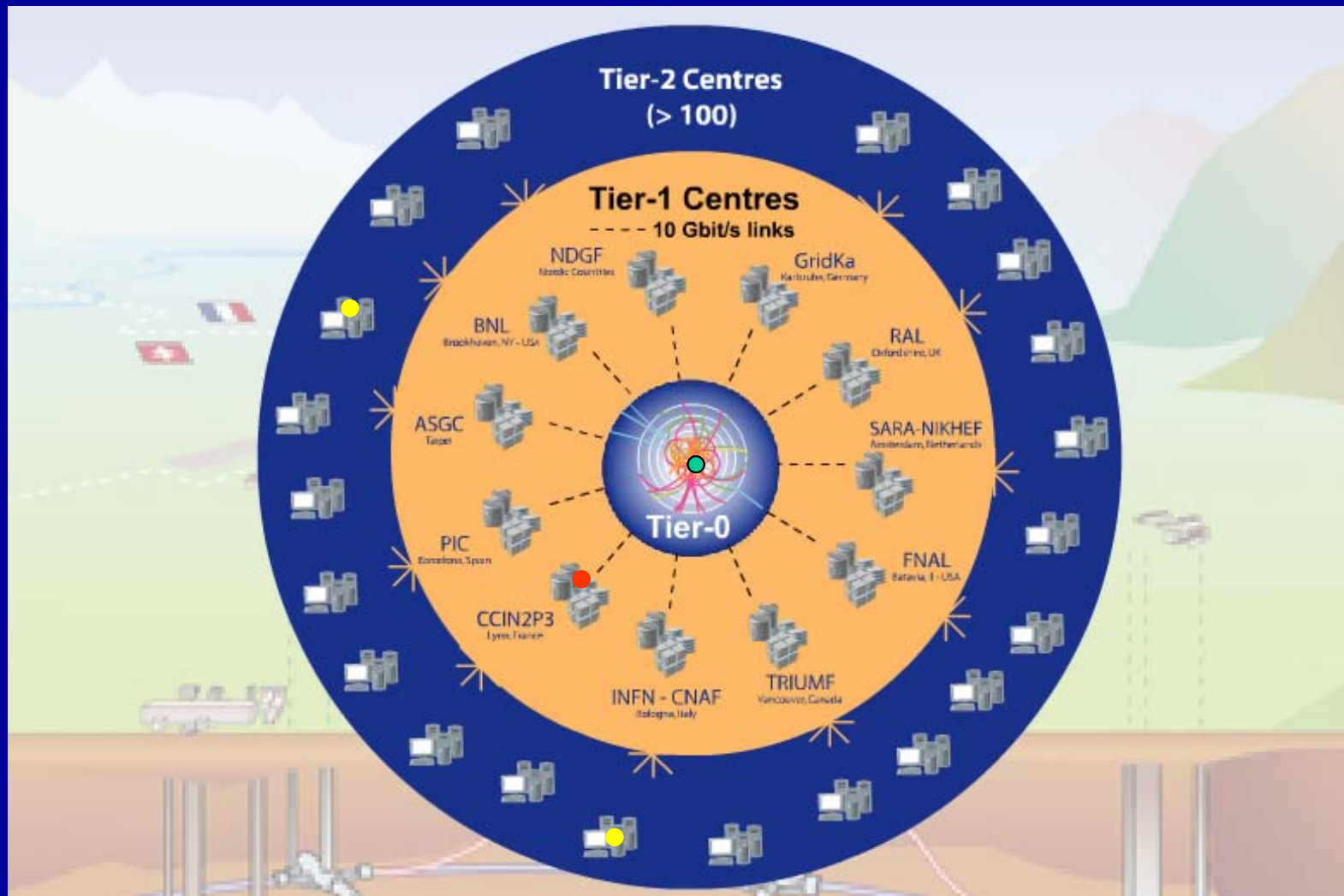


Virtual Organisations (VO) – mapping des utilisateurs de ressources de la grille en fonction de leur appartenance

Les logiciels (software) font en sorte qu'on ne voit qu'un seul service de calcul pour chaque VO

Le modèle par étages

Tier-0 -1 -2



La collaboration WLCG

- **La Collaboration**

- 4 expériences LHC
- Environ 250 centres de calcul
- 12 très grands centres “nerveux” (Tier0, Tier1)
- 38 *fédérations* de plus petits centres dits “Tier2”
- Plus de 40 pays
- 3 Grilles: EGEE, OSG, Nordugrid

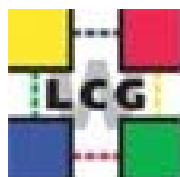
- **Protocole d'Accord (Memorandum of Understanding)**

- Signé en October 2005

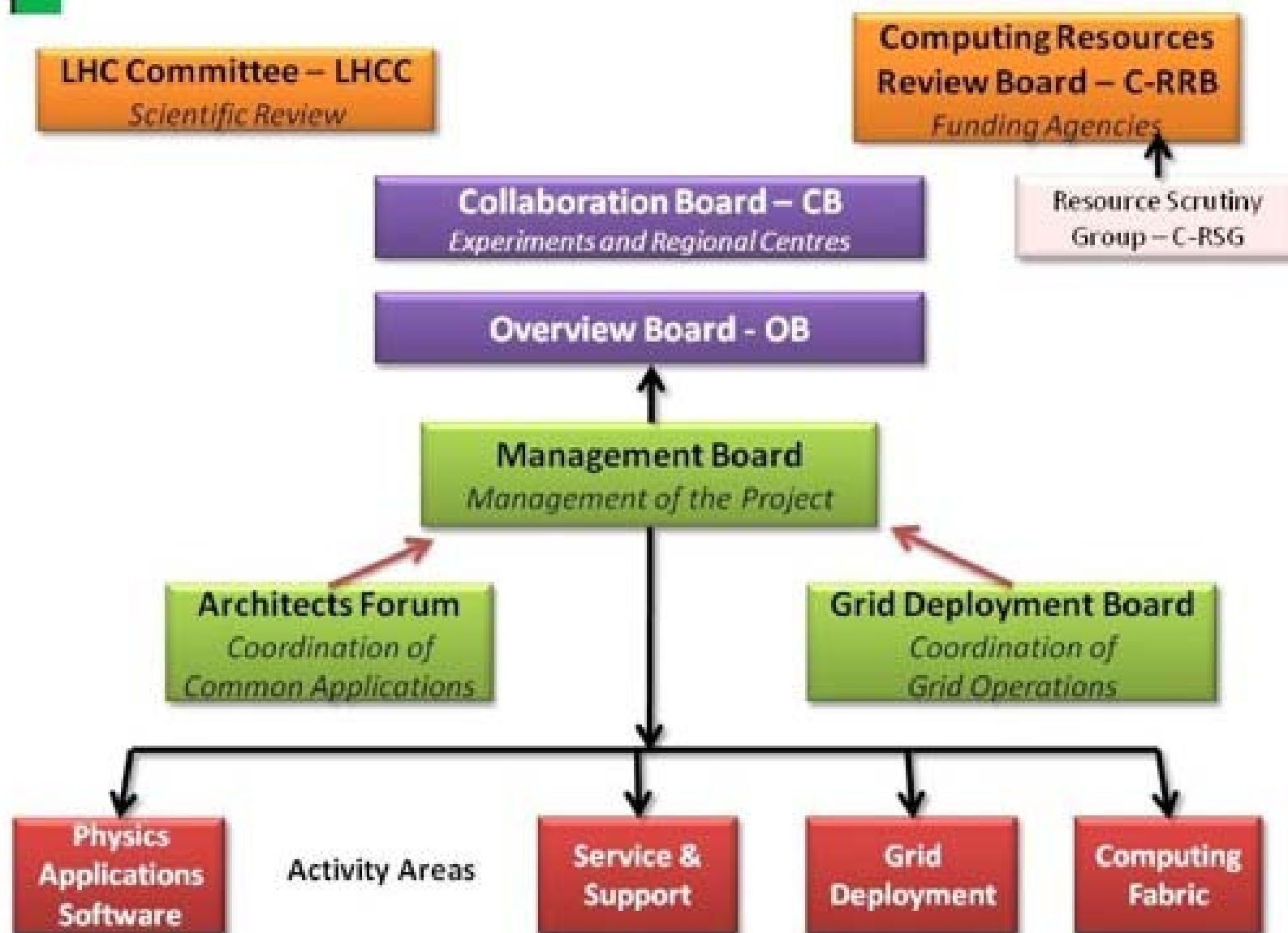
- **Ressources**

- Plan prévisionnel sur 5 ans



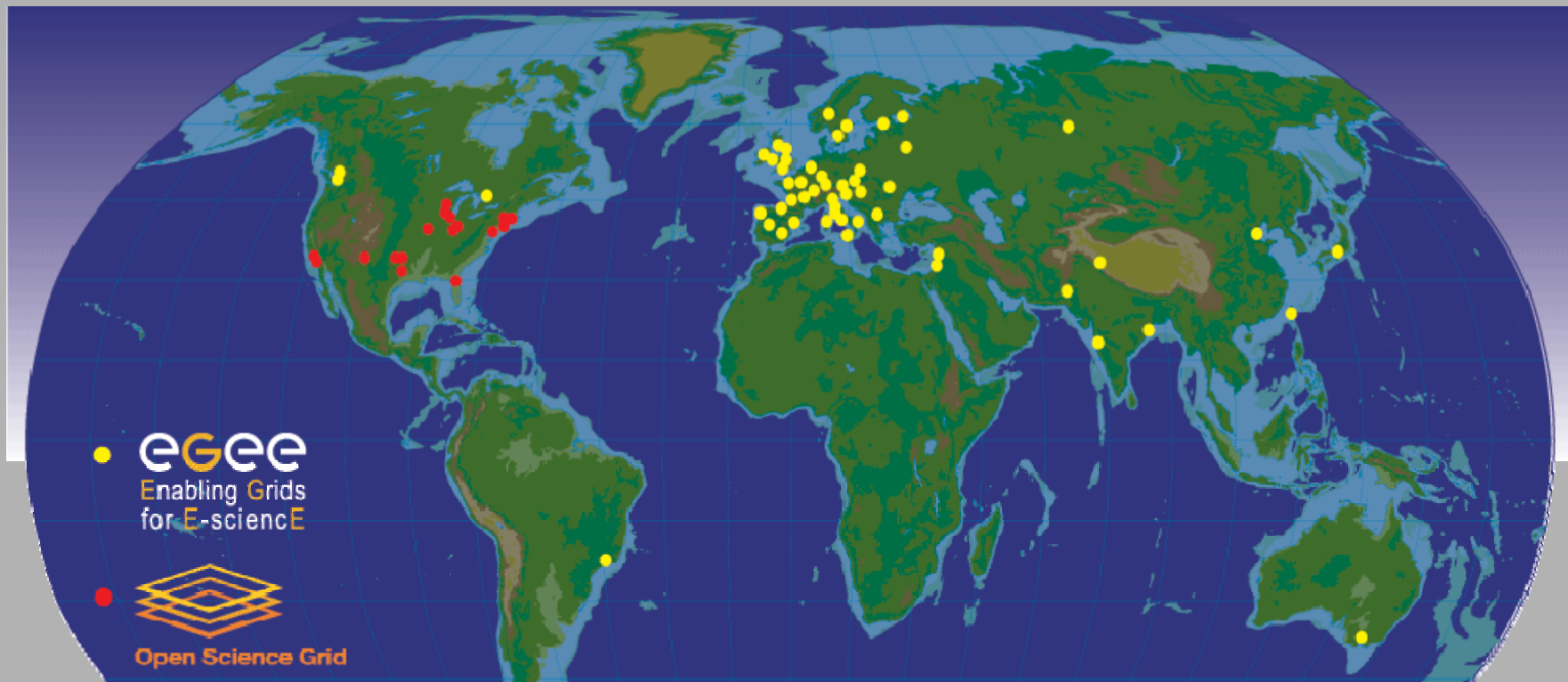


Worldwide LCG Organisation



Les centres tout autour de la terre forment un **Supercalculateur Virtuel**

Les projets **EGEE** et **OSG** sont la base même du
Worldwide LHC Computing Grid Project **WLCG**



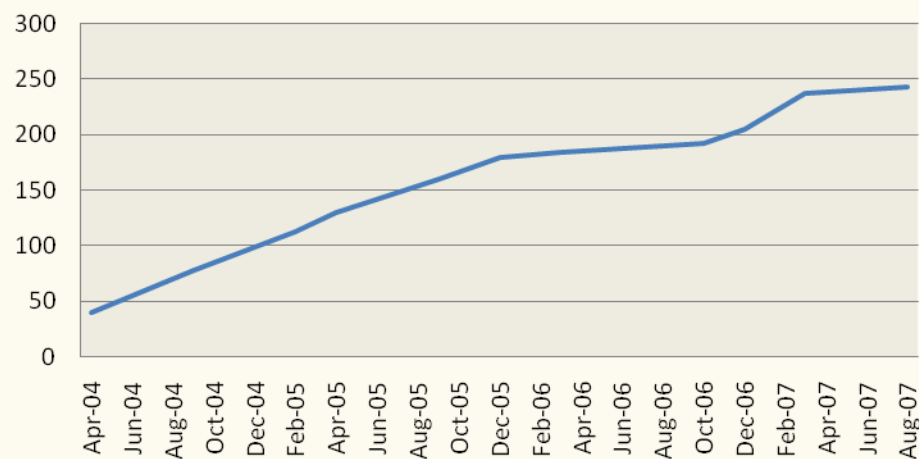
L'Inter-opérabilité des grilles fonctionne !!!

Disponibilité de l'Infrastructure

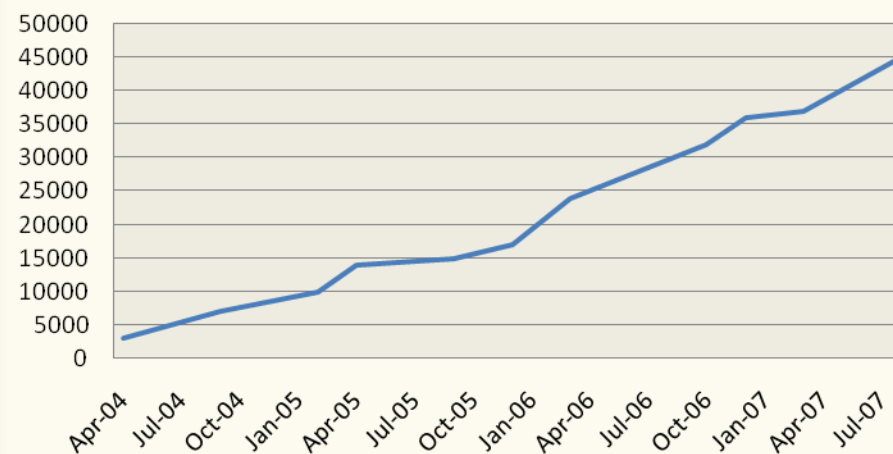
EGEE: ~250 sites, > 50000 CPU
OSG: ~ 15 sites pour LHC, > 10000 CPU

~>25 k simultaneous jobs

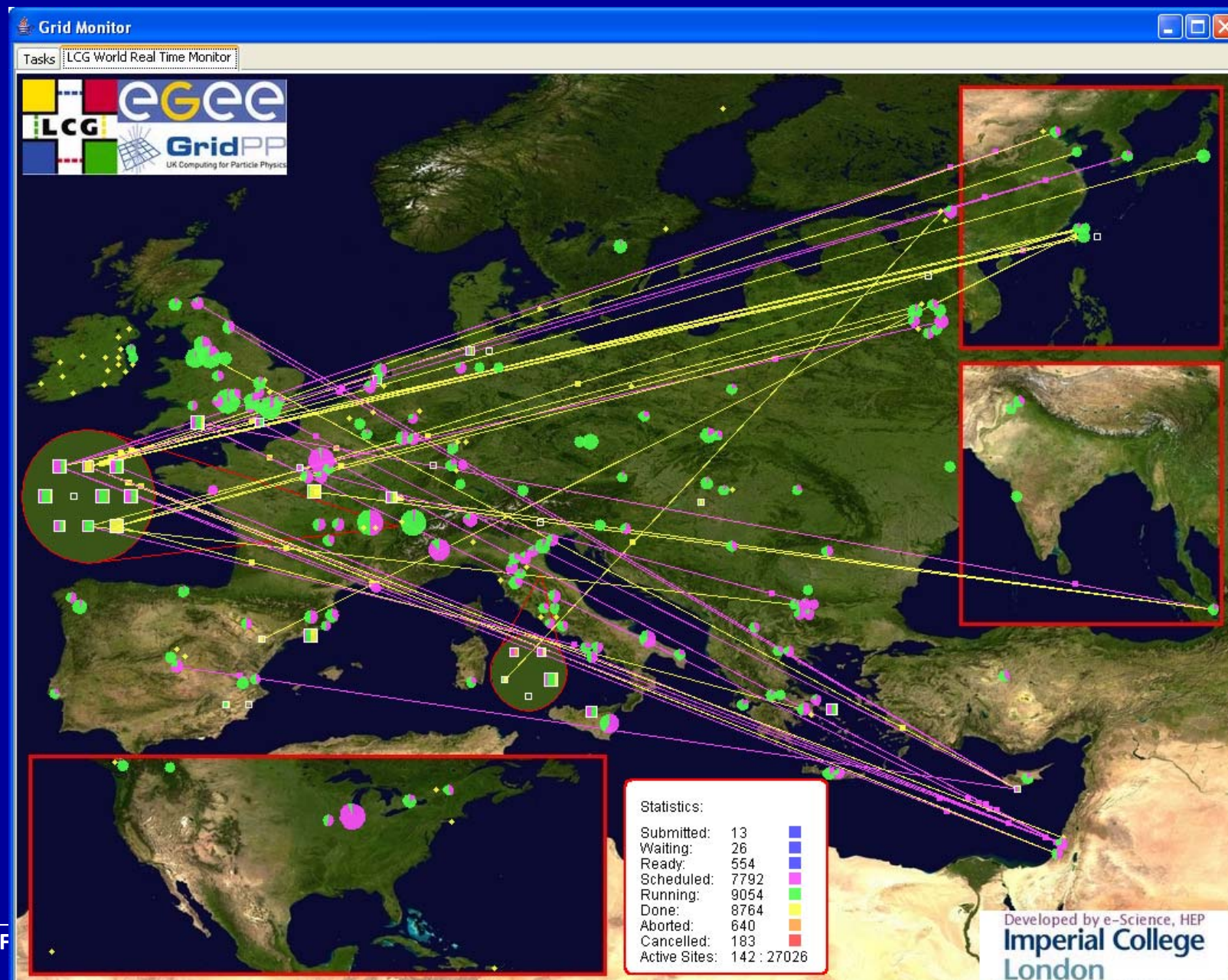
No. Sites



No. CPU

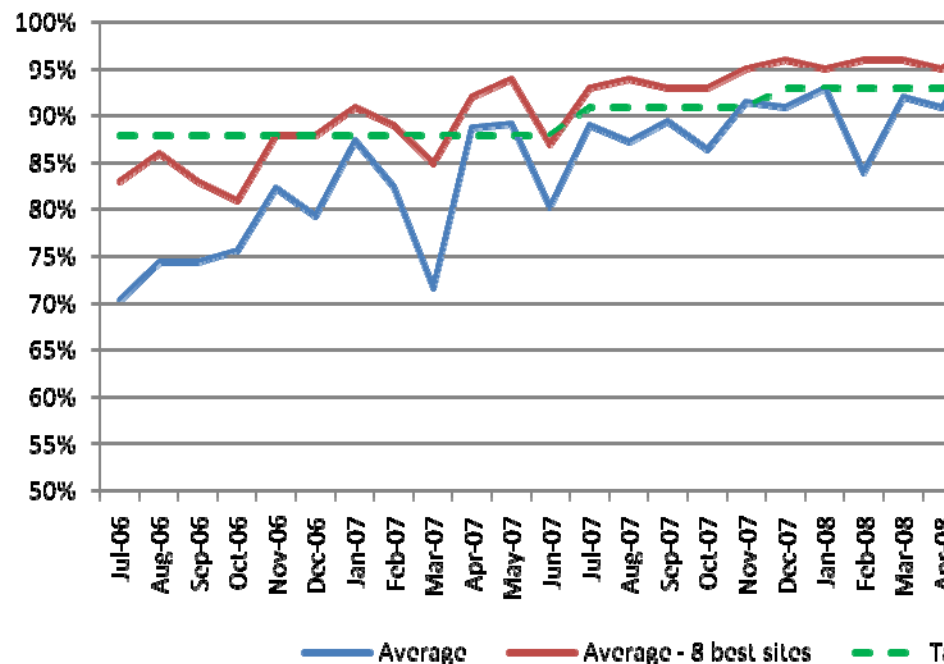


Aujourd'hui: Ça marche!

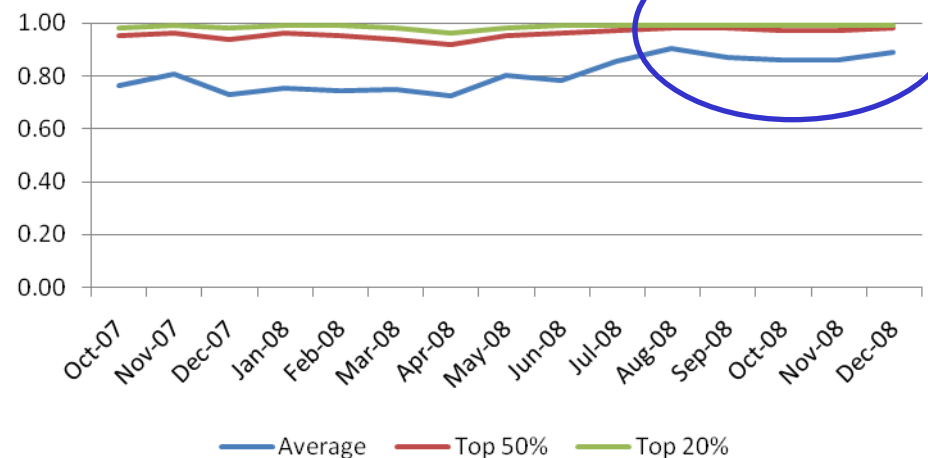


Stabilité et efficacité des sites LHC

Site Reliability: CERN + Tier 1s



Tier 2 Reliabilities

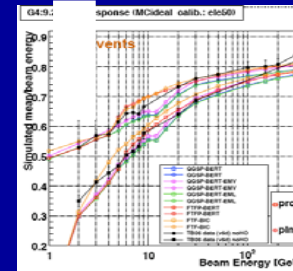


Les logiciels ... pas une mince à faire !

- **Sécurité (Authentification, Autorisations)**
- **Gestion de grandes masses de données**
- **Gestion des tâches/production**
- **Systèmes d'Information**

Les logiciels mutualisés

- LHC Simulation
 - Physics generators
 - Genser, HepMC
 - Detector
 - Geant4, FLUKA, Garfield



- Pool



- Core Libraries and Services - ROOT

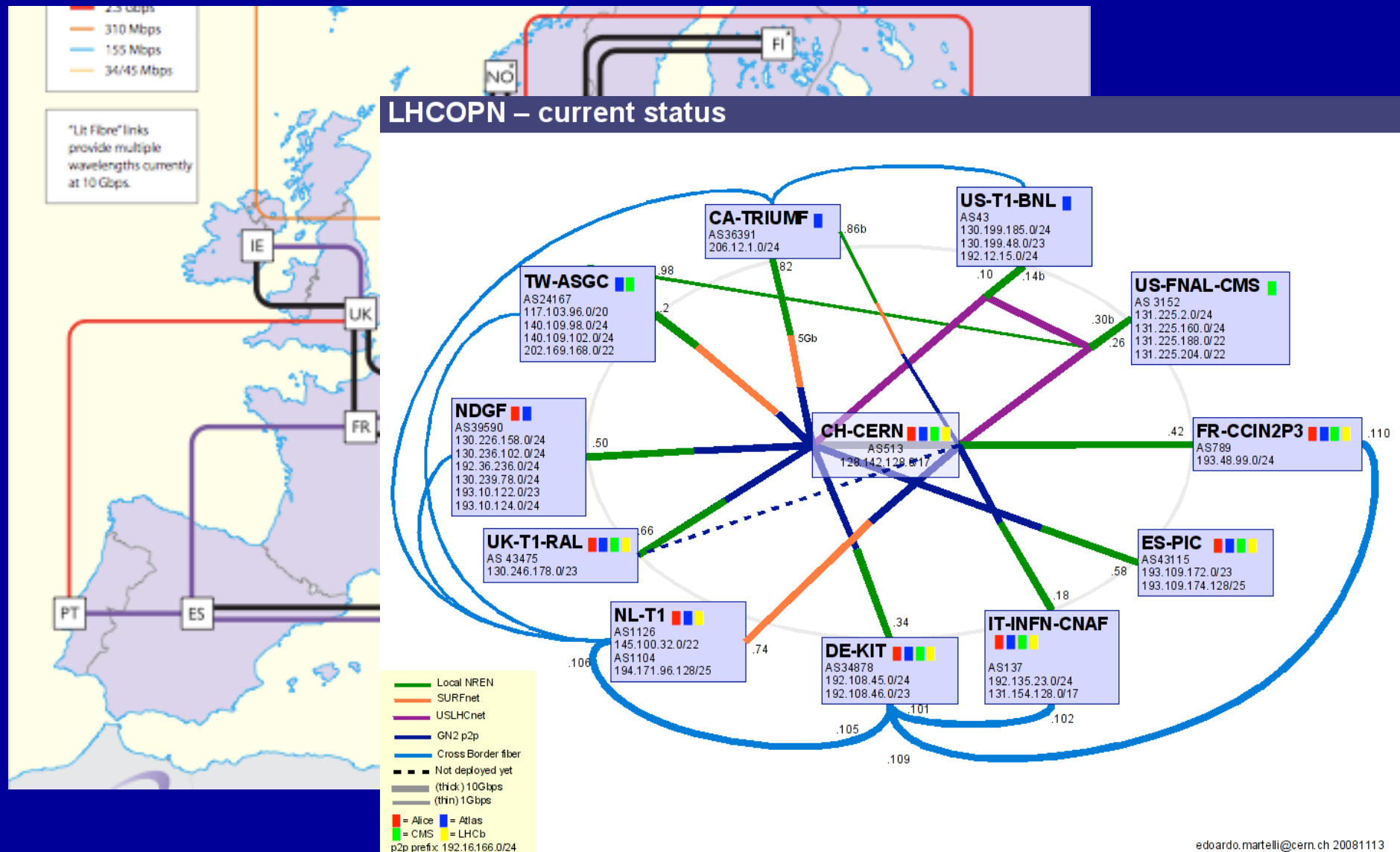


Et ... bien d'autres, pas vraiment mutualisés

= ~ 20 differentes plateformes



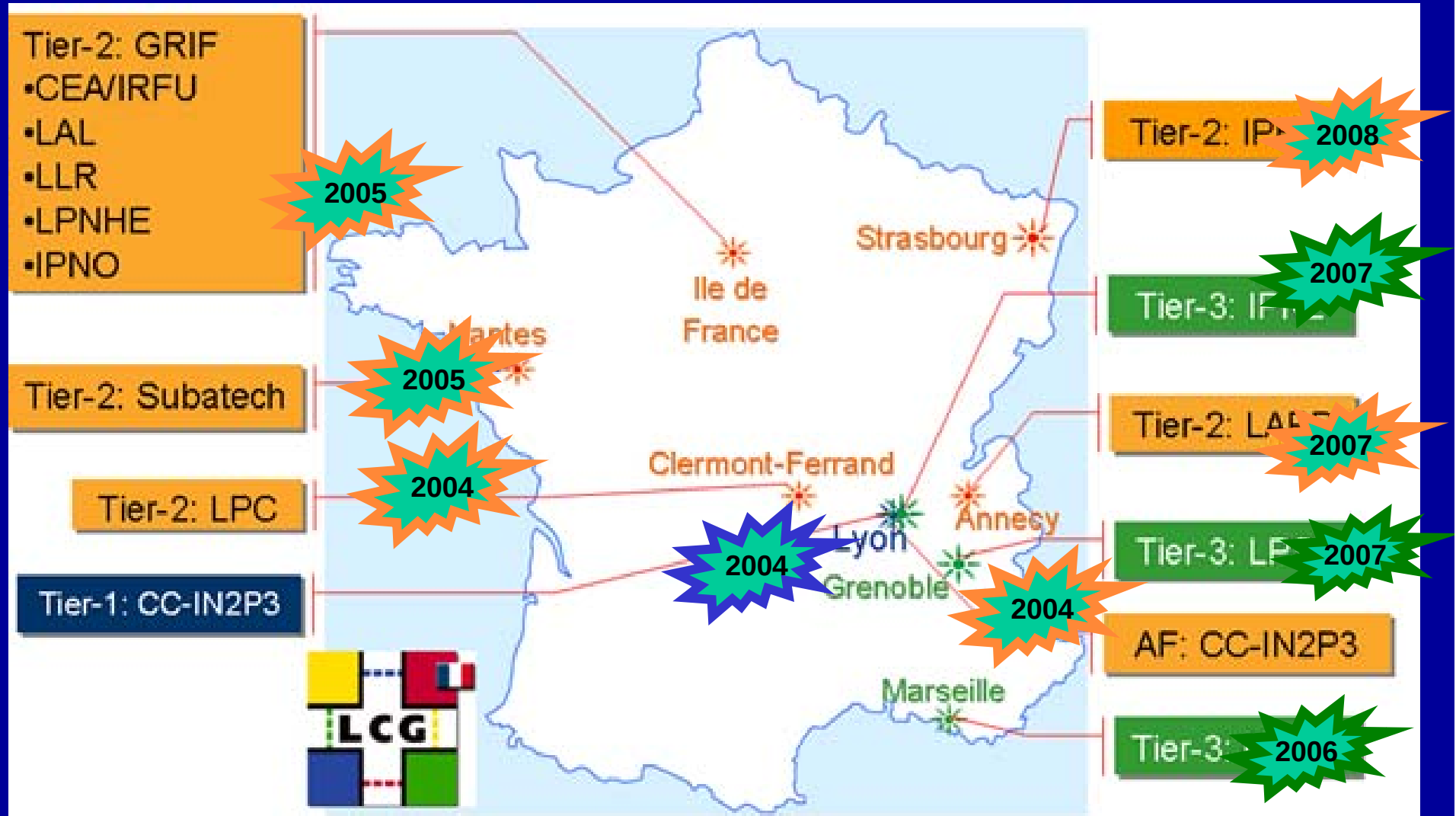
La haute performance du réseau et LHCOPN

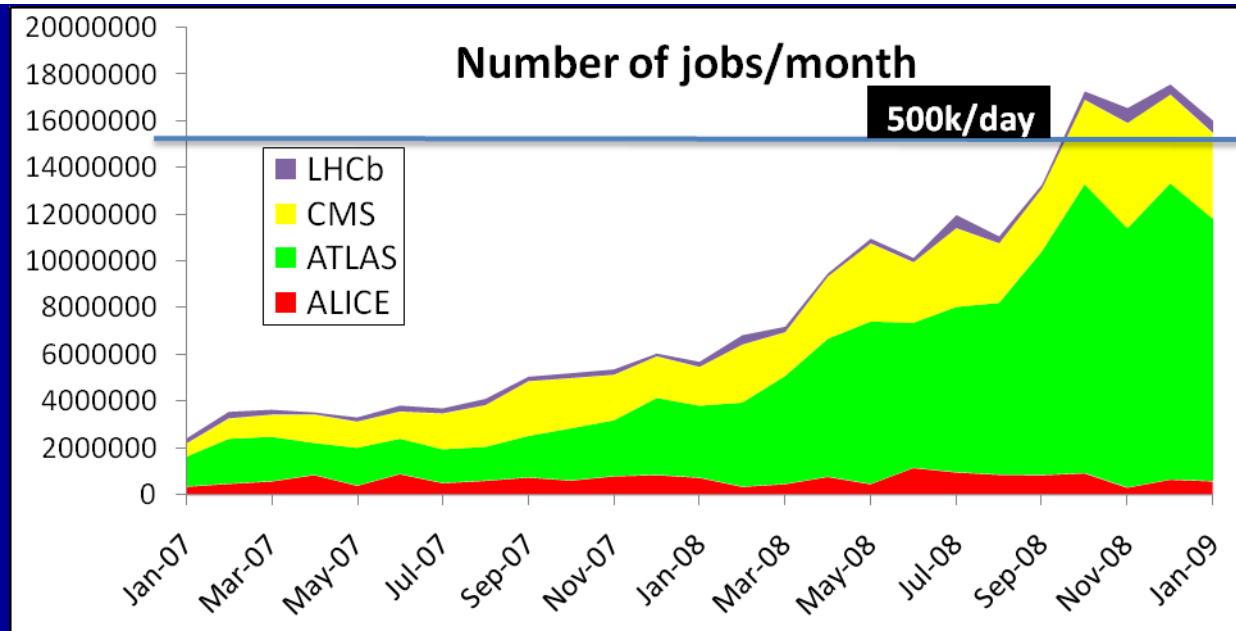


edoardo.martelli@cern.ch 20081113

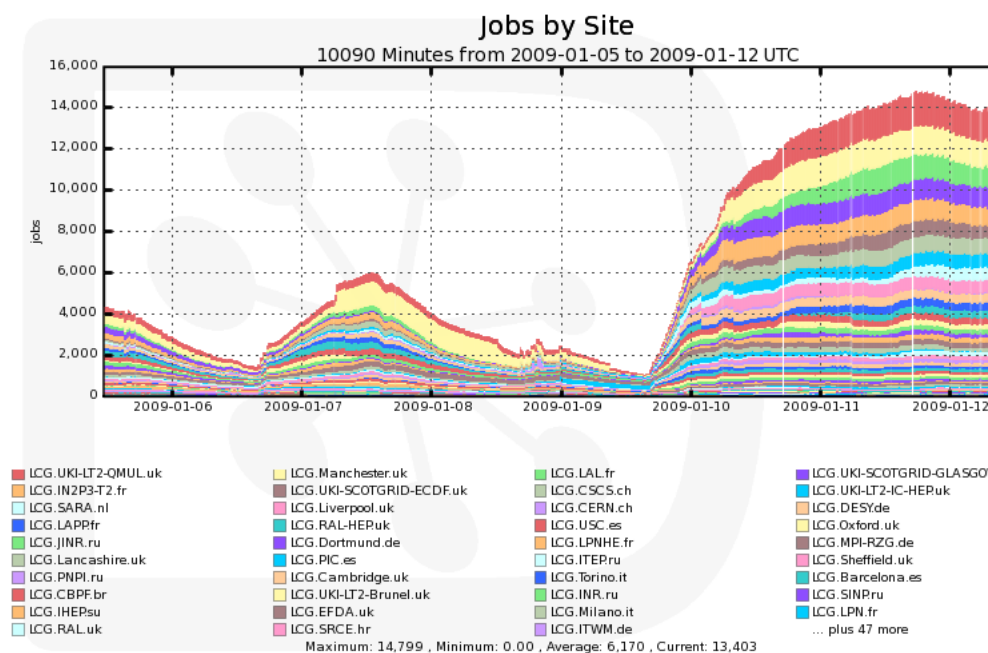


Sites Français





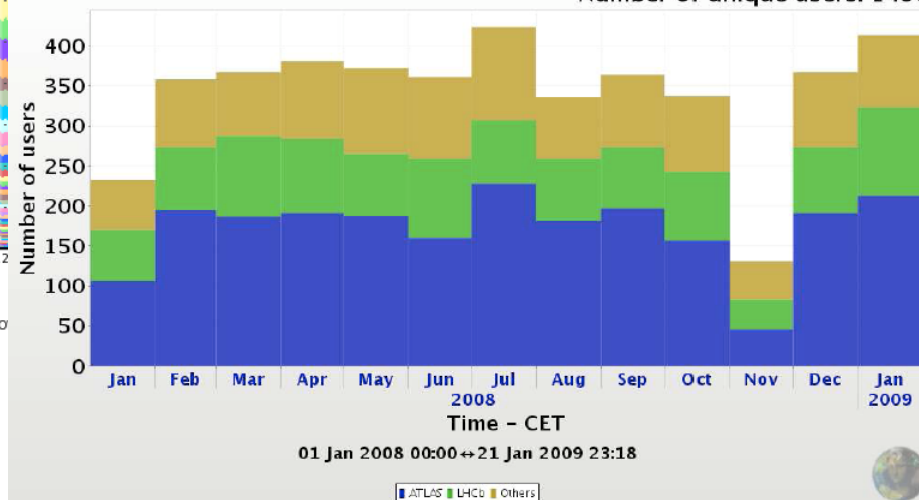
From APEL accounting portal for Aug.'08 to Jan.'09; #s in MSI2k



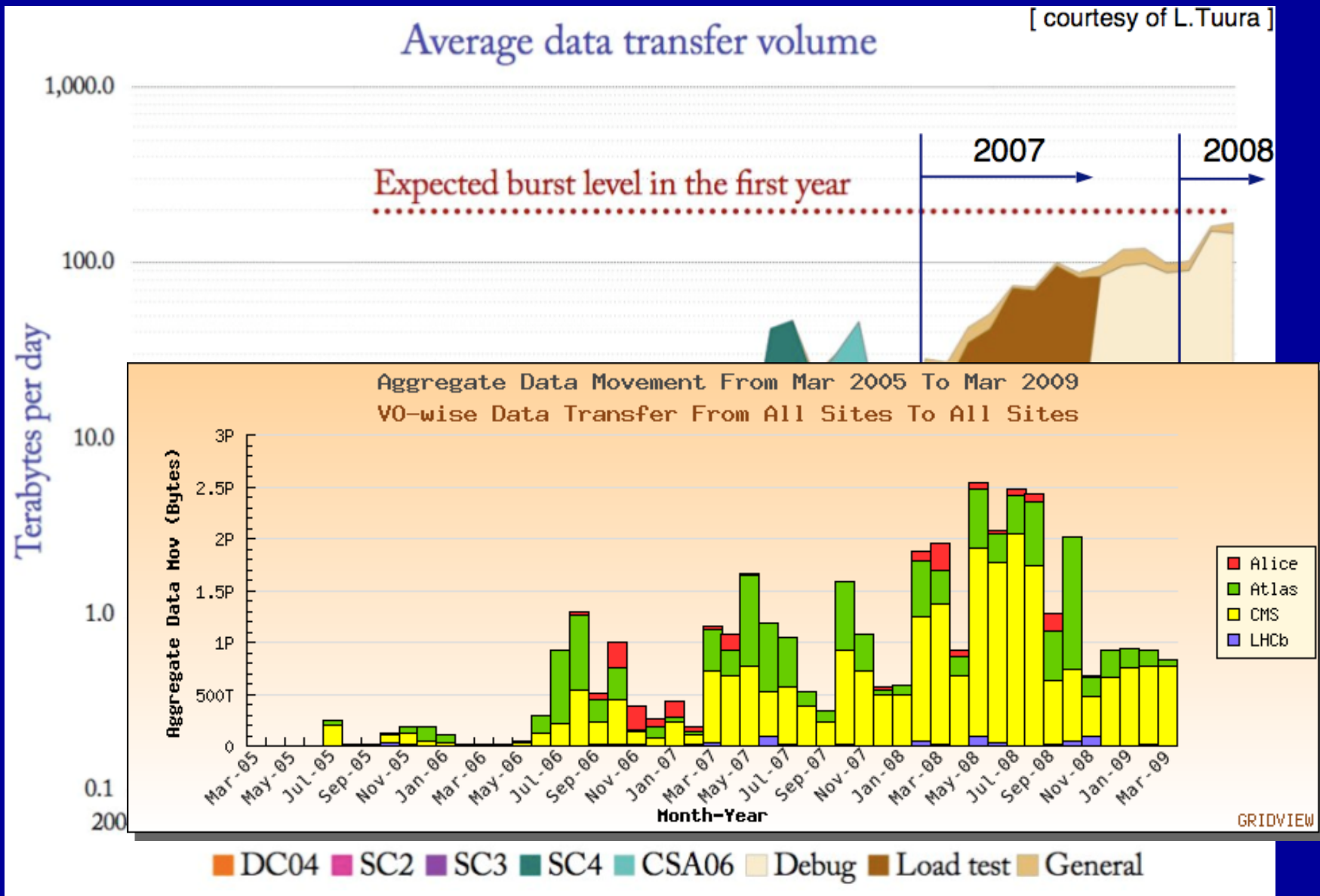
Number of Users:

Unique Users

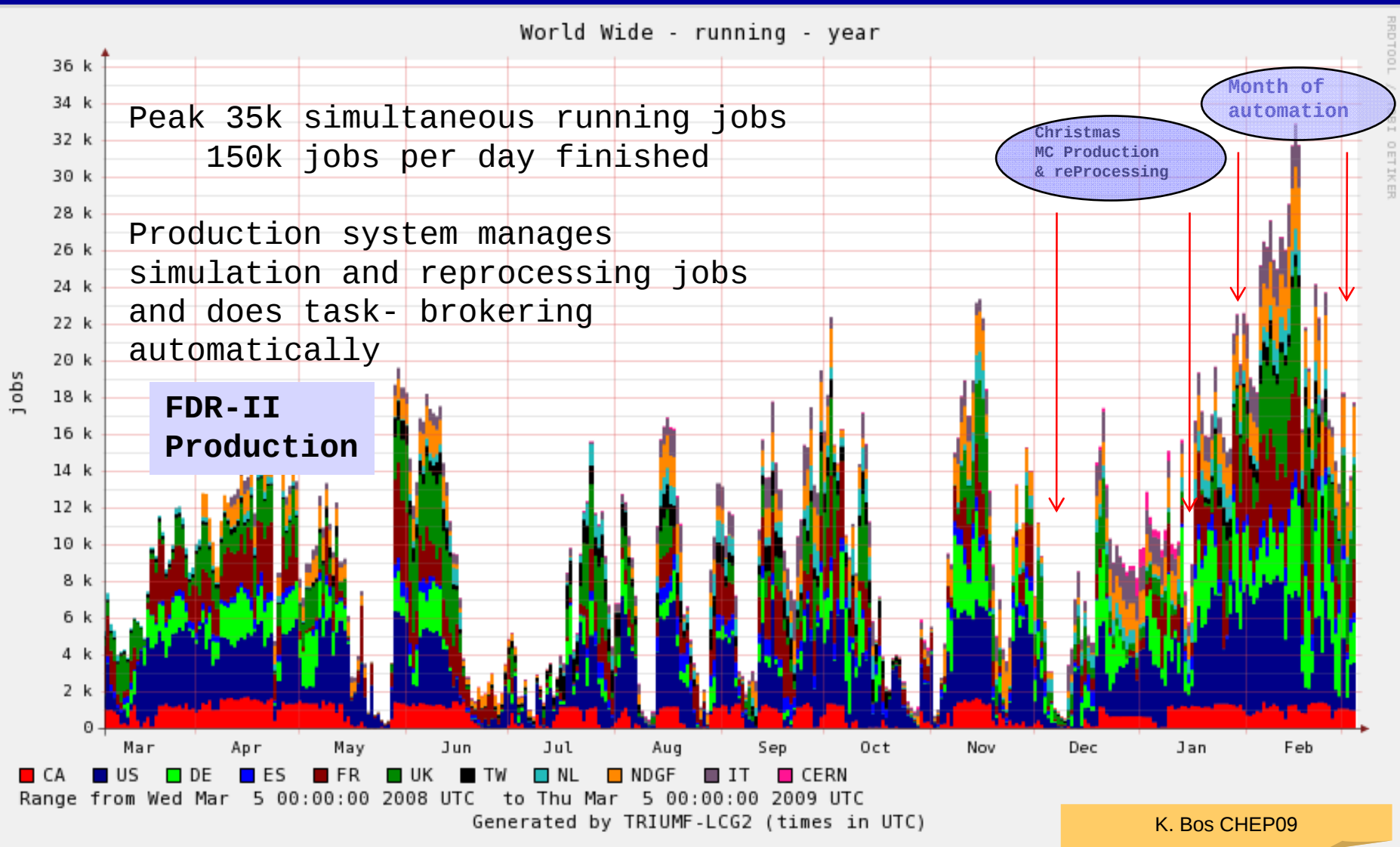
Number of unique users: 1490



CMS Data Transfer History

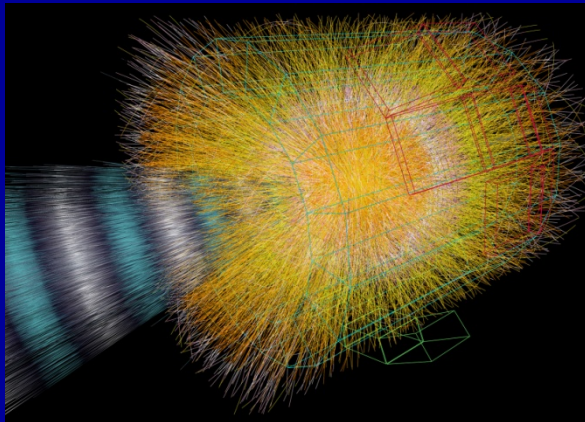


ATLAS Production Jobs. Y2008-2009

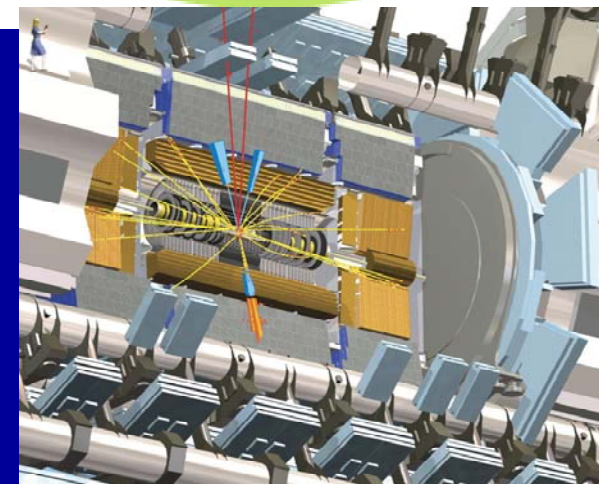
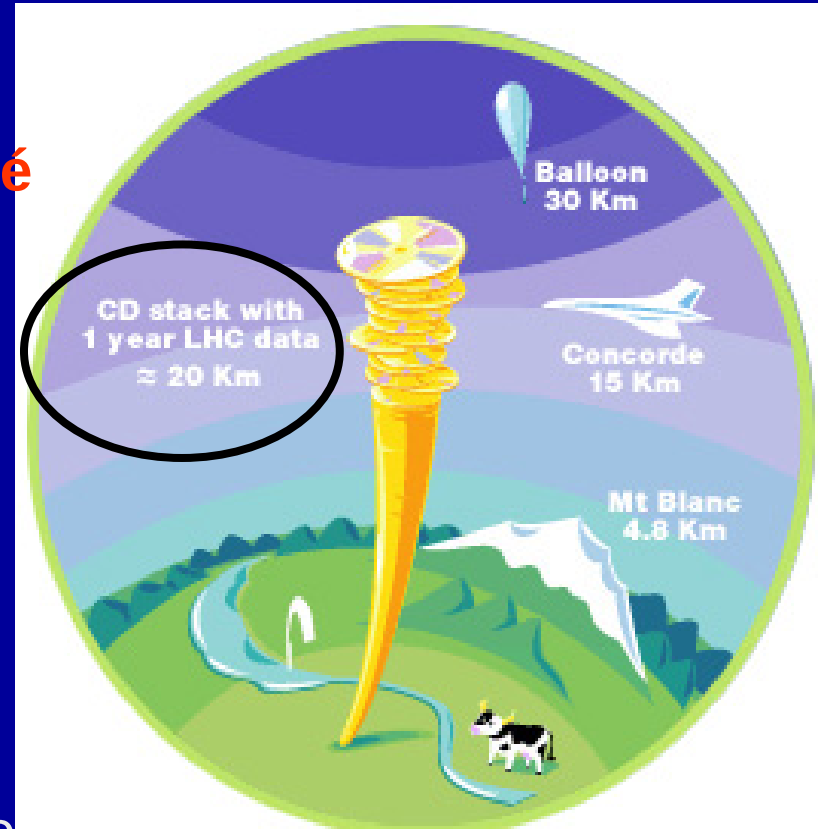


Le défi du calcul LHC

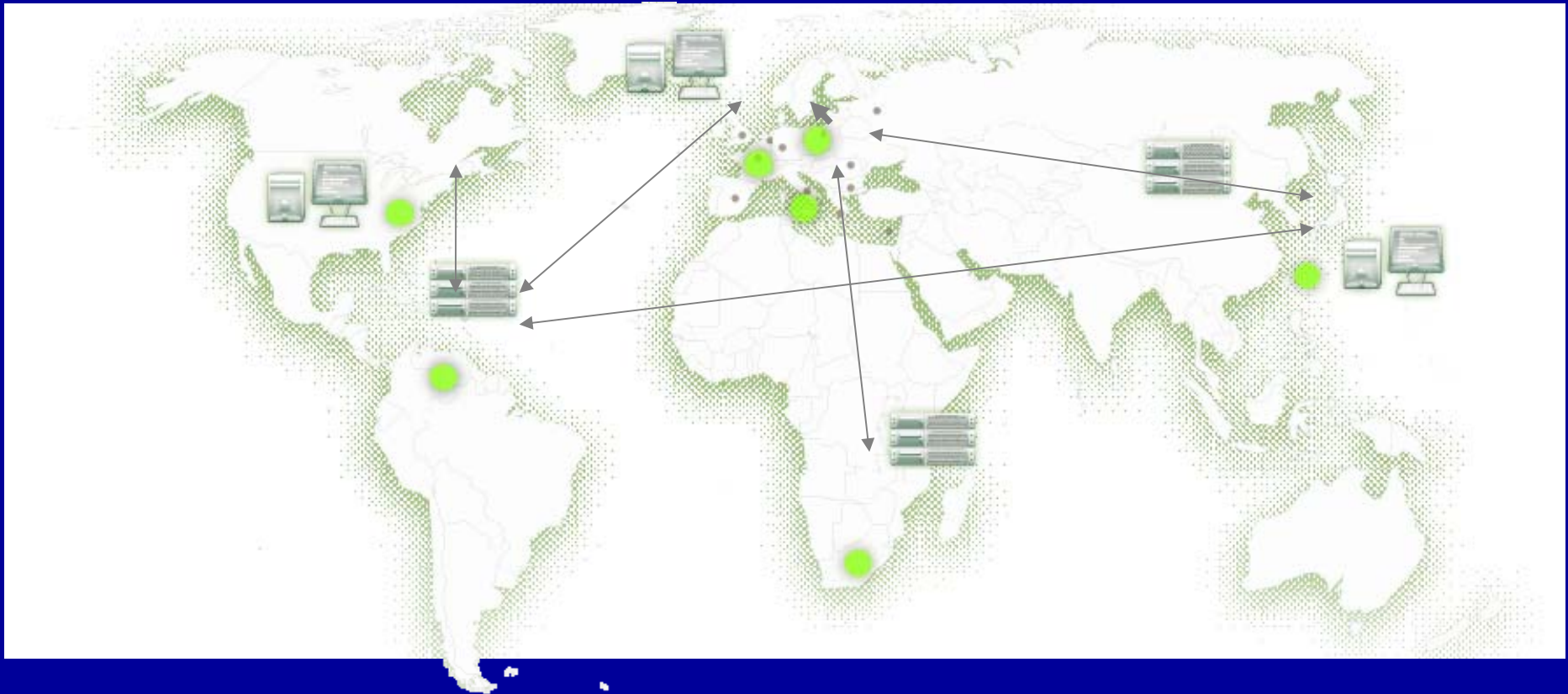
- L'échelle de **grandeur** et la **complexité** des données à traiter



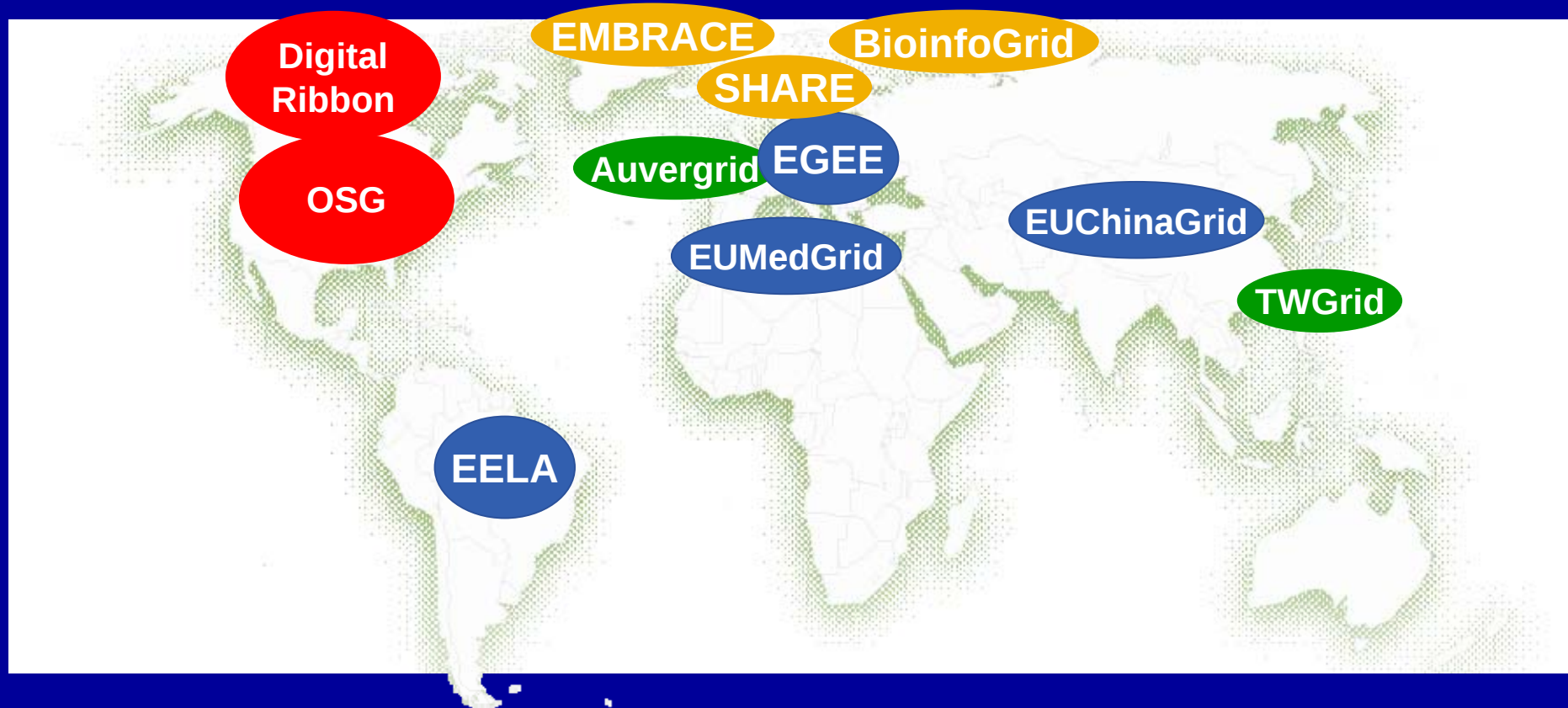
- La capacité de calcul à mettre en place pour les quelques **7000 chercheurs**
- La manière d'**accéder aux données** dépendra probablement de la physique qui sera produite par les collisions du LHC et la discipline des chercheurs



L'impact de la grille de calcul est sans précédent: une opportunité pour partager les informations et les ressources mondialement

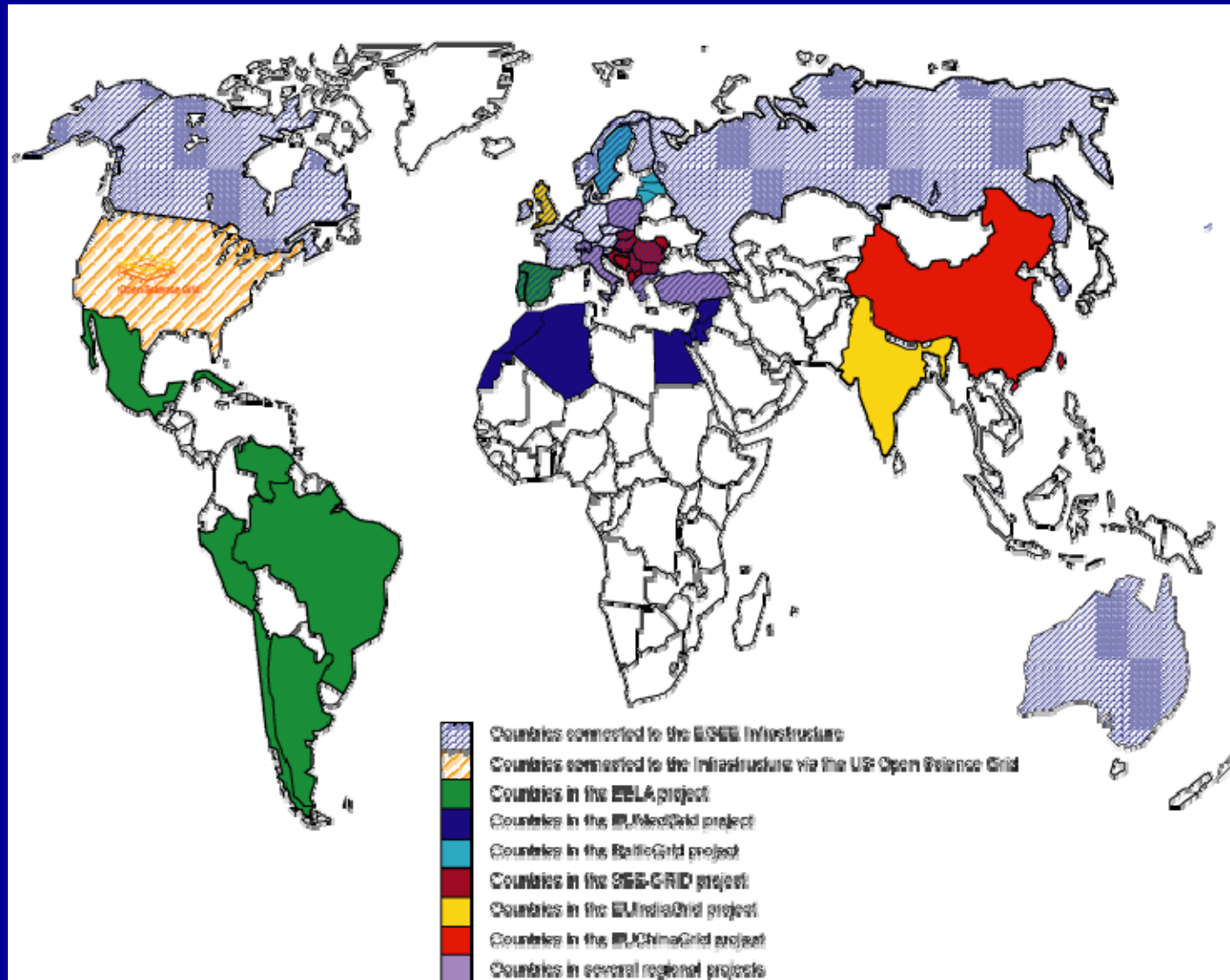


Infrastructure Grid des projects contribuant au réseau WISDOM (recherches de médicaments pour les maladies rares)



● : European grid infrastructure ● : European grid project
● : Regional/national grid infrastructure ● : US grid project

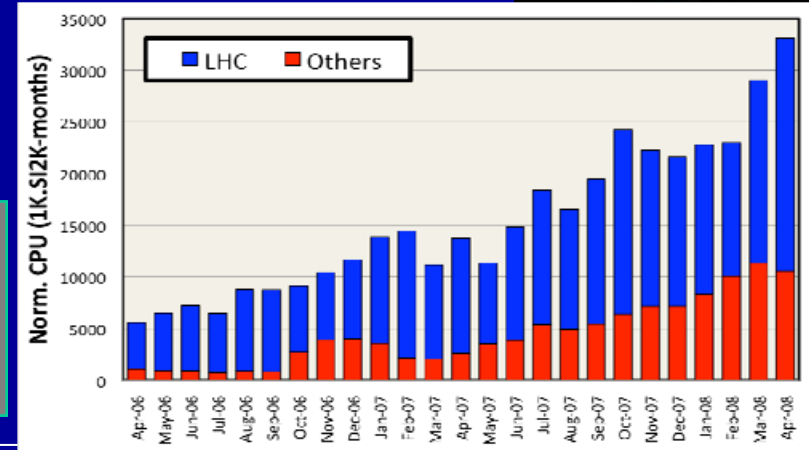
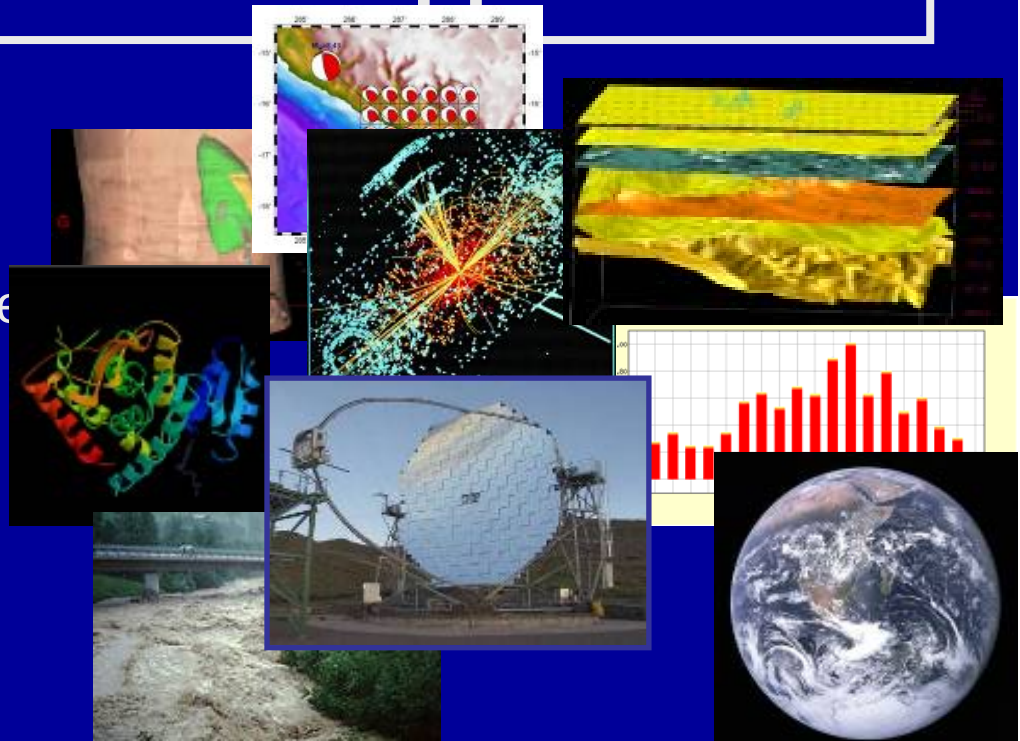
Collaborating e-Infrastructures



EGEE Aboutissements - Applications

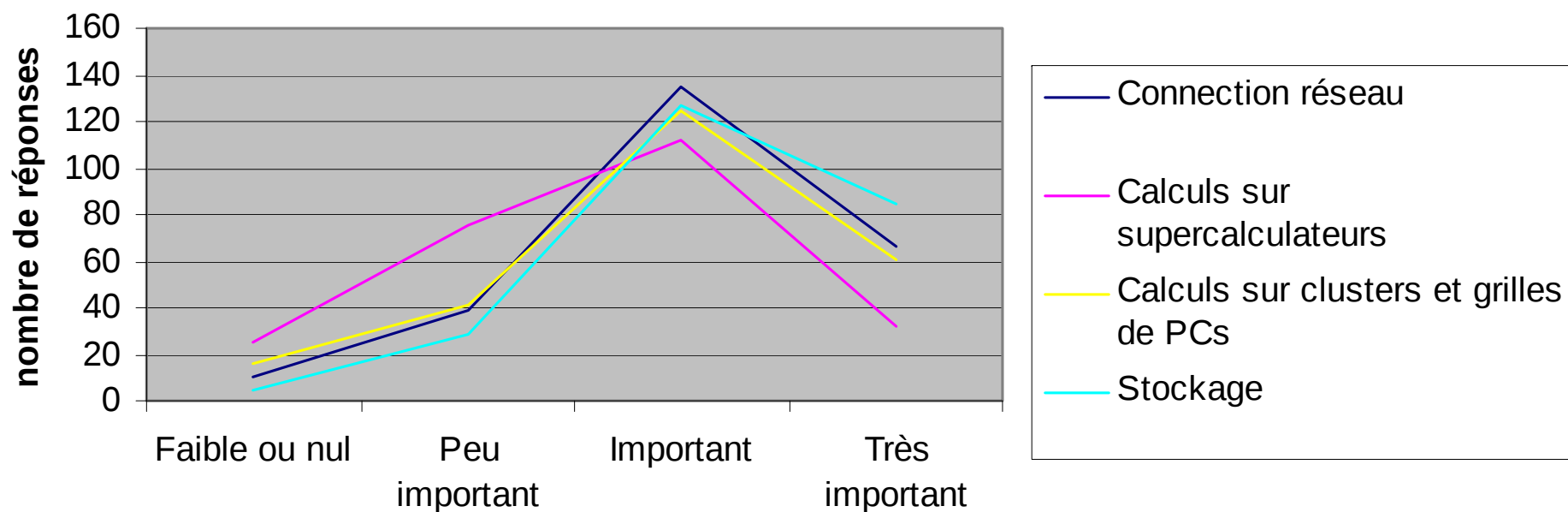
- >260 VO de domaines scientifiques diverses
 - Astronomie & Astrophysique
 - Protection Civile
 - Chimie Calculatoire
 - Calcul pour la Dynamique des fluides
 - Outils Calcul scientifique
 - Physique Matière condensée
 - Sciences du Globe
 - Fusion

Les Applications sont passées du mode "Tests" au mode "utilisation quotidienne" avec une efficacité de 80% à 95%



Besoins matériel de la communauté des Sciences de la vie

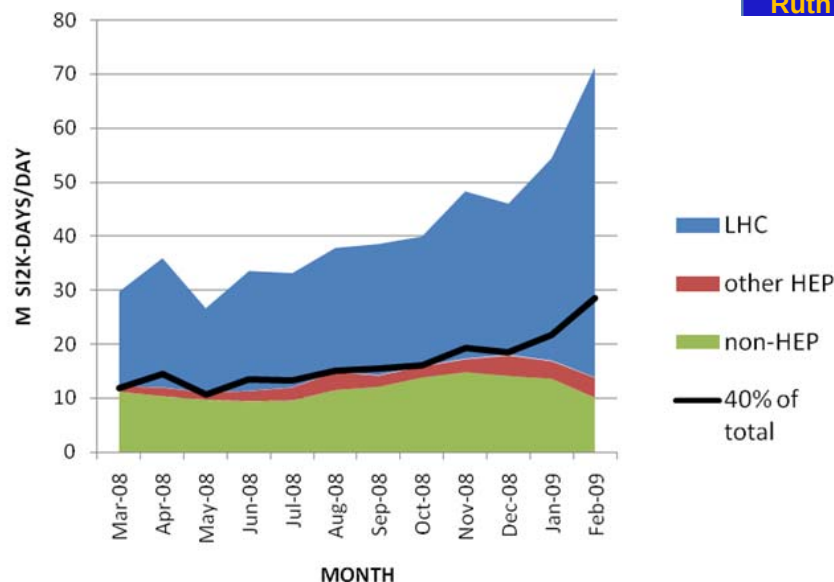
Besoins de la communauté



Beaucoup d'applications en production, certaines comparables à celles du LHC

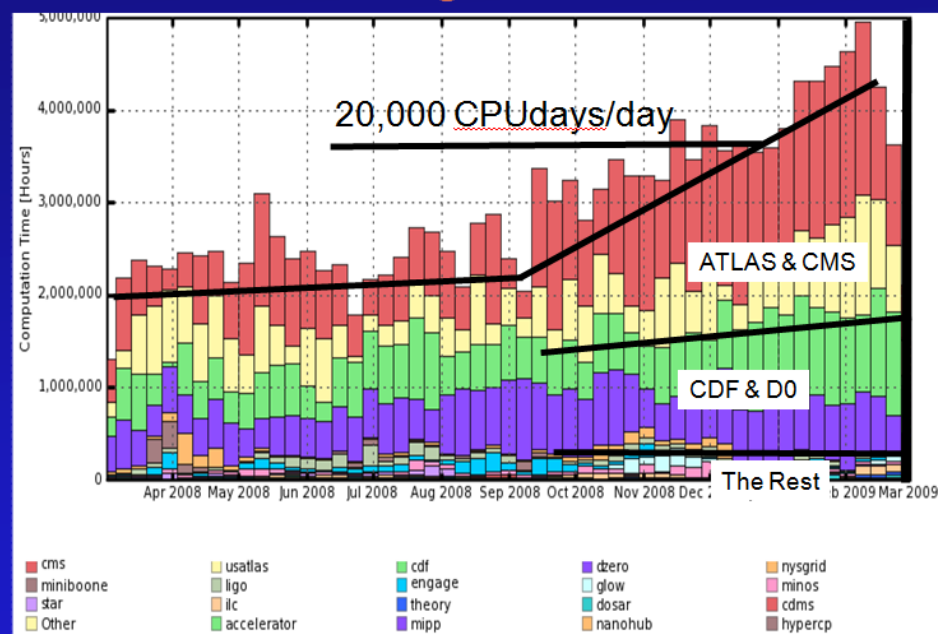


EGEE cpu consumed
Millions of SI2K-days/day



Source: EGEE accounting portal

VO throughput over past year >40 sites contributing



Ruth Pordes /FNAL

OSG All Hands, LIGO Livingston Lab, 2009

Le FUTUR: European Grid Initiative

But:

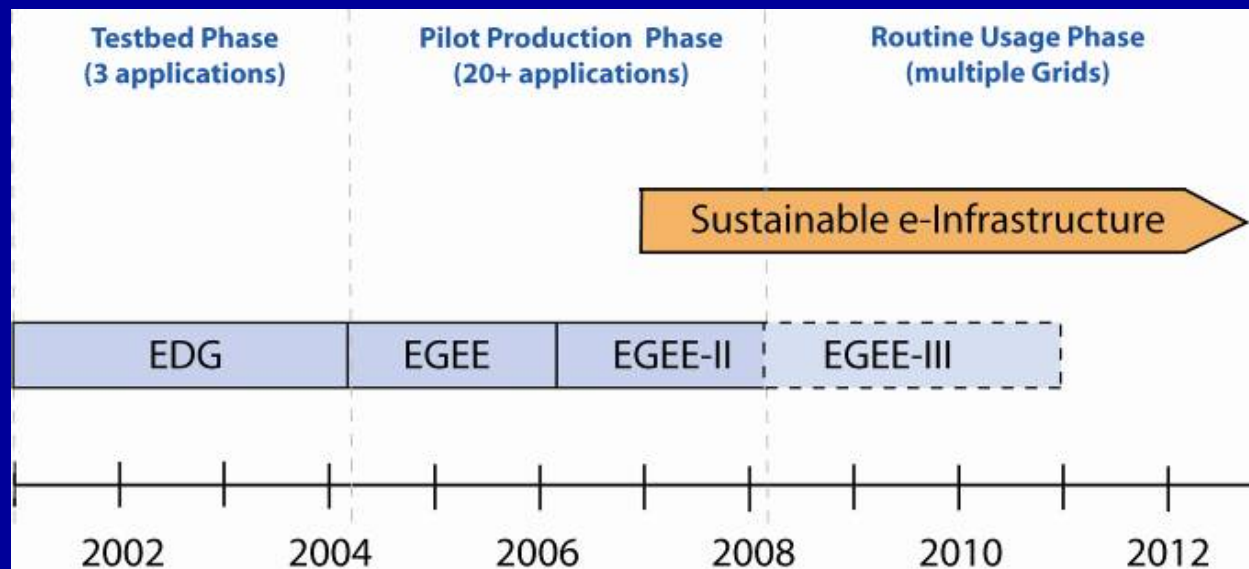
- Infrastructure de grille durable en Europe

L'approche:

- Etablir un modèle de fédérations de grilles Nationales pour être le socle d'une grille européenne EGI

EGI:

- Coordonnera les opérations communes de l'infrastructure, des grilles multi-nationales et multi-disciplinaires



Structuration pérenne des Grilles de production en France et en Europe

- **Le protocole d'accord (MoU) créant l'infrastructure pérenne EGI est entré en vigueur le 1^{er} Juillet 2009. Il a été signé par une vingtaine de NGI (National GRid Initiatives) (dont la France).**
 - <http://web.eu-egi.eu/partners/egi-council-members/>
- **Le siège social et opérationnel d'EGI sera implanté à Amsterdam**
- **Première réunion du Conseil d'EGI le 9 Juillet 2009**
 - Parmi les tâches urgentes, préparer les deux réponses aux appels d'offres européens EGI_Core et EGI_Applications

La NGI France et l'IDG

- **La NGI France a été créée fin 2008 grâce à un protocole d'accord signé par le Ministère de la Recherche, le CNRS, le CEA, la CPU, l'INRIA, l'INRA, l'INSERM et RENATER.**
 - La structure formelle de la NGI France sera un GIS hébergé par le CNRS
- **Le bras armé de la NGI France est l'Institut des Grilles du CNRS, créé en Septembre 2007**
- **L'Institut des Grilles (IDG) regroupe plus de 350 chercheurs et ingénieurs du CNRS et des Universités, répartis sur 30 laboratoires. Il couvre le champ des grilles de production (EGEE, Décryphon) et des grilles de recherche(Grid 5000).**
- **L'IDG a réalisé pour le compte du Ministère une prospective nationale sur l'intérêt des grilles de calcul résumée dans un livre blanc disponible sur le site IDG**
 - <http://www.idgrilles.fr/IMG/pdf/livreBlancecran.pdf>
- **Conclusions très positives sur l'intérêt des grilles de calcul dans un très grand nombre de domaines scientifiques**
- **Les objectifs à court terme de la NGI France sont de :**
 - de s'assurer du bon fonctionnement opérationnel de la grille de production
 - densifier la grille nationale française en créant de nouveaux nœuds (Lille, Bordeaux, Toulouse, Nancy, Rennes) et en développant le caractère pluridisciplinaire des nœuds existants (Marseille, Strasbourg, etc..)
 - D'assurer l'animation scientifique autour des grilles de recherche et de production
 - Journée « passerelle » le 12 Octobre 2009