



mardi 3 avril 2007

# Le Centre de Calcul de l'IN2P3

Jean-Yves Nief

dapnia  
cead  
saclay

CNRS  
CENTRE NATIONAL  
DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE



# Plan de l'exposé



- Mission du CC-IN2P3.
- Le calcul.
- Le stockage.
- Le réseau.
- Communication et multimédia.
- Évolution présente et future du CC-IN2P3.
- Ouverture vers d'autres disciplines: la biologie.
- Panorama des activités astroparticule / astrophysique.
- Les défis à venir.



## Mission du CC-IN2P3



- Fédère l'ensemble des moyens de calcul lourds de la communauté française de:
  - Physique des particules
  - Physique nucléaire
  - Physique des astro-particules.

DSM

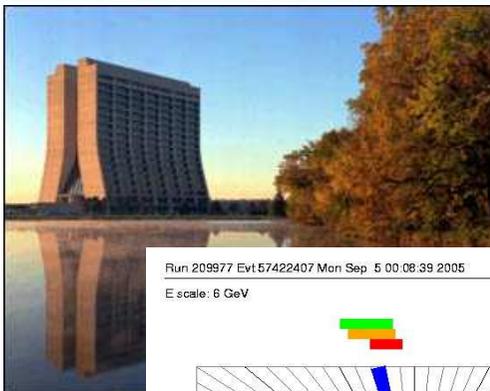


dapnia

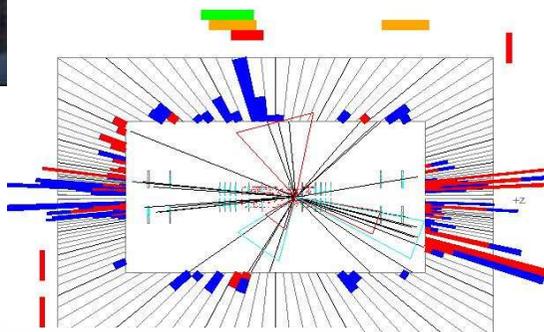




# Mission du CC-IN2P3



Run 209977 Evt57422407 Mon Sep 5 00:08:39 2005  
Escale: 6 GeV



## Expériences de physique

- *Physique Nucléaire*
- *Physique des particules*
- *Astro-particules*

## Masse de données

```

101000 100111 0001001010001
00011101 100010001111 00010
101000 100111 0001001010001
00011101 100010001111 00010
101000 100111 110001 111010
0001001010001101000 100111
0001001010001 00011101 1110
100010001111 00010 101000 00 11
0001100111 0001001010001 00011101
100010001111 00010 101000 100111
0001001010001

```

## Recherche fondamentale

## Analyse des résultats



## Publication

FERMILAB-CONF-  
CDF/PUB/CDF/PUBI  
November

0411012 v2 12 Nov 2004

Electroweak, Top and Bottom Physics at the Tevatron

FUMIHIKO UKEGAWA (CDF Collaboration)  
Institute of Physics, University of Tsukuba  
Tennoudai 1-1-1, Tsukuba-shi, Ibaraki-ken 305-8571, Japan  
E-mail: ukegawa@hep.pt.tskuba.ac.jp

representing the CDF and D0 collaborations

### ABSTRACT

The Tevatron Run-II program has been in progress since 2001, and the CDF and D0 experiments have been operational with upgraded detectors. Coupled with recent improvements in the Tevatron accelerator performance, the experiments have started producing important physics results and measurements. We report these measurements as well as prospects in the near future.



## Pourquoi de tels besoins informatiques ?



- Sophistication des expériences
  - Très grand nombre de canaux d'électronique
  - **Masse de données importante (jusqu'au ~ Po).**
- Collaborations internationales
  - Distributions des données
  - Analyse distribuée géographiquement
  - **Développement du réseau longue distance.**
- Nécessité de simuler les expériences
  - Sophistication de la modélisation de la réponse des détecteurs
  - **Temps de calcul et accès aux masses de données.**



## Le calcul au CC-IN2P3



- Plus de 5000 comptes Unix au CC-IN2P3.
- Plus de 80 groupes:
  - Physique des particules, nucléaire et astroparticules.
  - Biologie.
- Machines interactives (Linux):
  - Préparation des tâches de calcul (compilation etc...).
- Fermes de calcul (Linux):
  - 1 ferme pour les tâches indépendantes.
  - 1 ferme pour le calcul parallèle (MPI, PVM).
  - Entièrement mutualisées.
  - Ordonnancement des tâches en fonction de la priorité des groupes et priorité au sein des groupes.



# Le calcul au CC-IN2P3

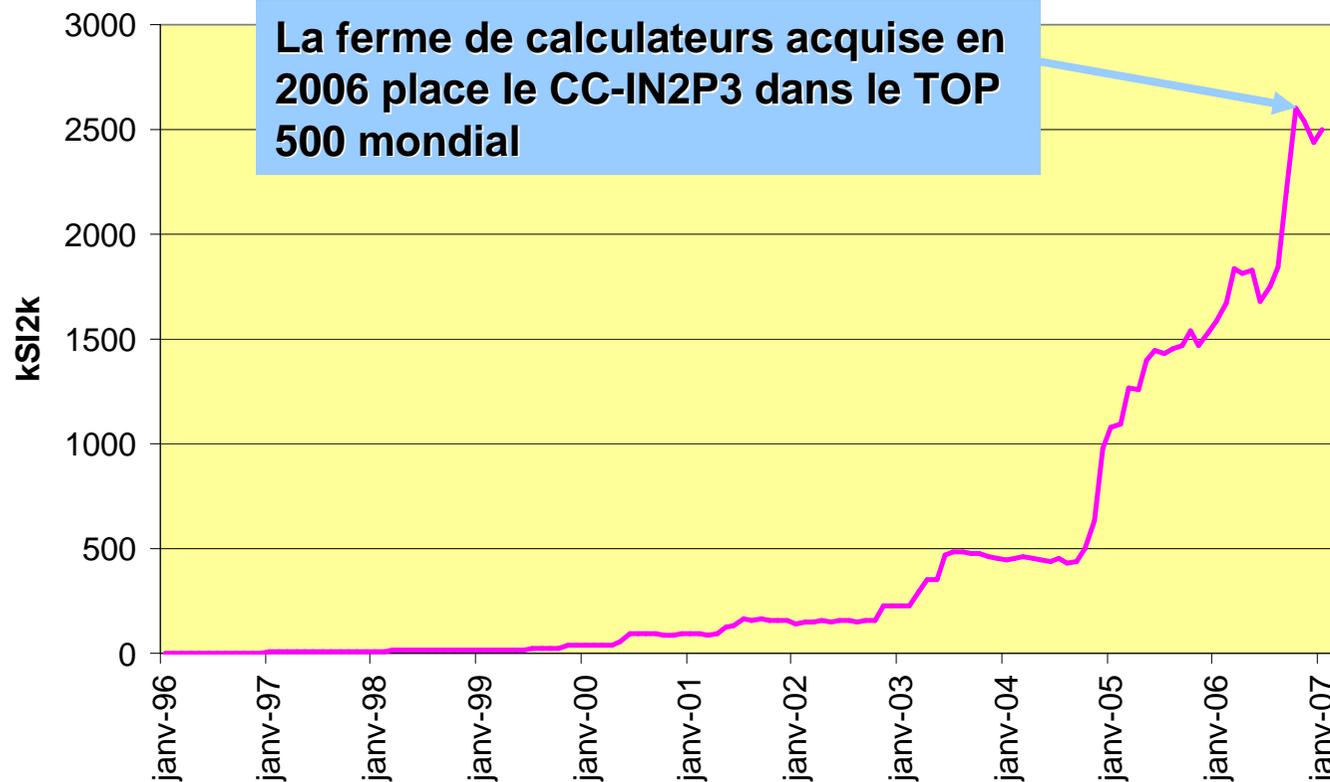


## Exemple de batteries de calculateurs

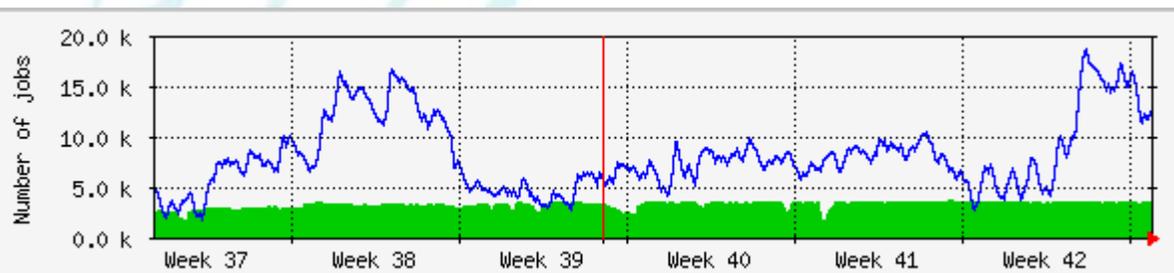




# Le calcul au CC-IN2P3



**2200 CPUs**



**3700 tâches en //**

**15 000 tâches en attente**

**20 000 tâches exécutées par jour**



## Le stockage au CC-IN2P3



- Multiples formes de représentation des données:
  - Données de calibration, métadonnées des expériences, indexation etc... → **bases de données** (Oracle, mySQL, PostGreS).
  - Fichiers: ROOT, FITS, DICOM, format propre aux expériences.
- Multiples media de stockage:
  - Disques.
  - Bandes magnétiques.
- Multiples protocoles d'accès.



# Le stockage au CC-IN2P3

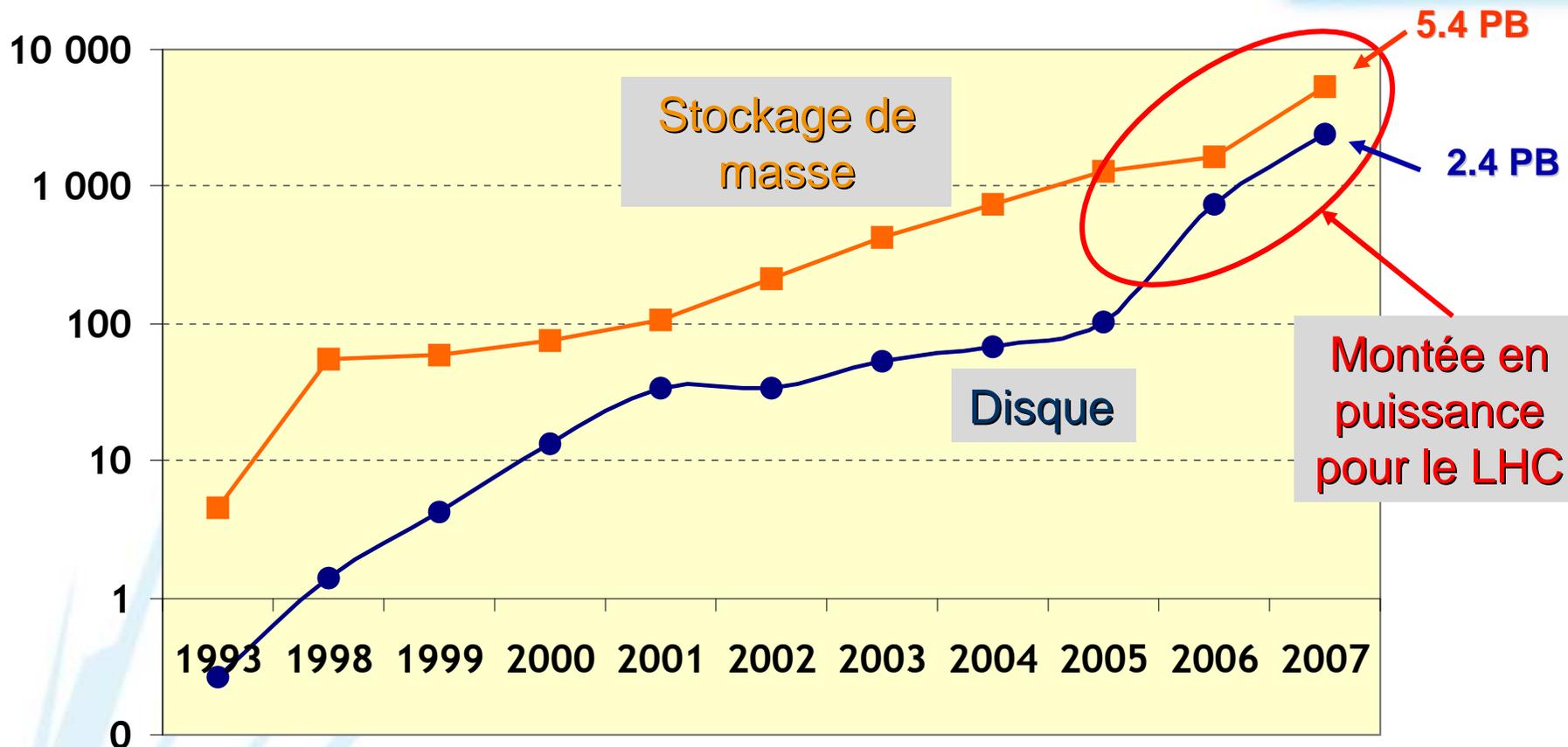


**Stockage de masse  
(bandes magnétiques)**

**Stockage sur disque  
(baies, serveurs intégrés)**



# Le stockage au CC-IN2P3





# Communication et multimédia



Hébergement de plus de 200 sites web  
→ Palais de la Découverte par exemple

Systeme de Visio-conférence

CERN – INSERM – CNRS - INRA

**Webcast:** Enregistrement et retransmission d'événements scientifiques sur le web

Conférences de l'Académie des Sciences:

- "Les défis scientifiques du 21<sup>ème</sup> siècle"

Colloque Sciences et Société du CNRS ....



# Une dimension internationale

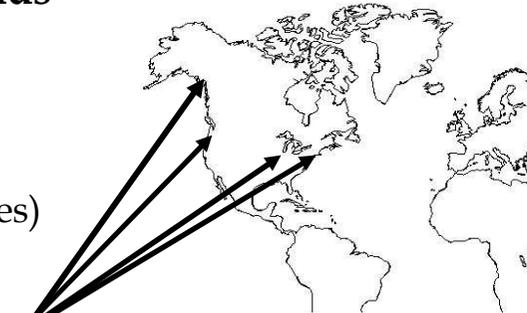


CC-IN2P3 fait partie d'un réseau mondial de grands centres de calcul



- CERN
- RAL (Grande-Bretagne)
- CNAF (Italie)
- FZK et DESY (Allemagne)
- PIC (Espagne)
- NIKHEF (Pays Bas)

- NDGF (Pays Nordiques)
- TRIUMF (Canada)

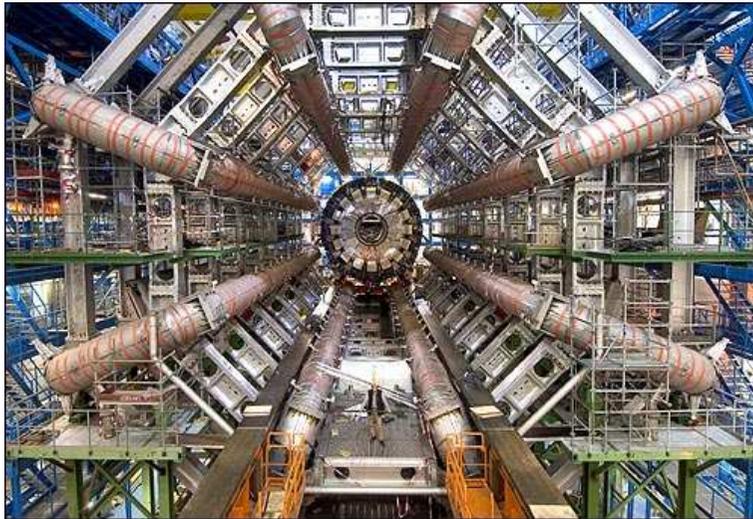


- SLAC (Stanford)
- Fermilab (Chicago)
- Brookhaven (Long Island)

- KEK (Japon)
- ASCC (Taiwan)

➔ **Collaboration active dans de nombreux domaines**

# Évolution de la capacité informatique



Démarrage du LHC au CERN:  
4 expériences d'une grande complexité technique

10 milliards de collisions  
enregistrées / an

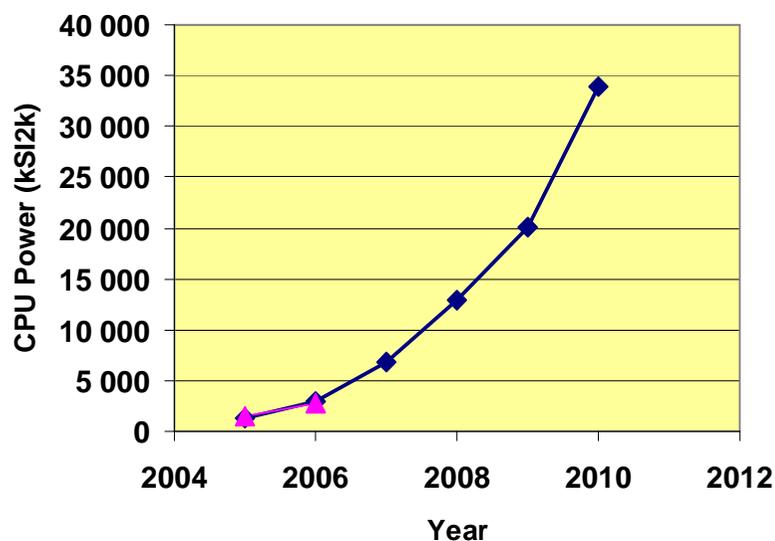
15 Po de données / an



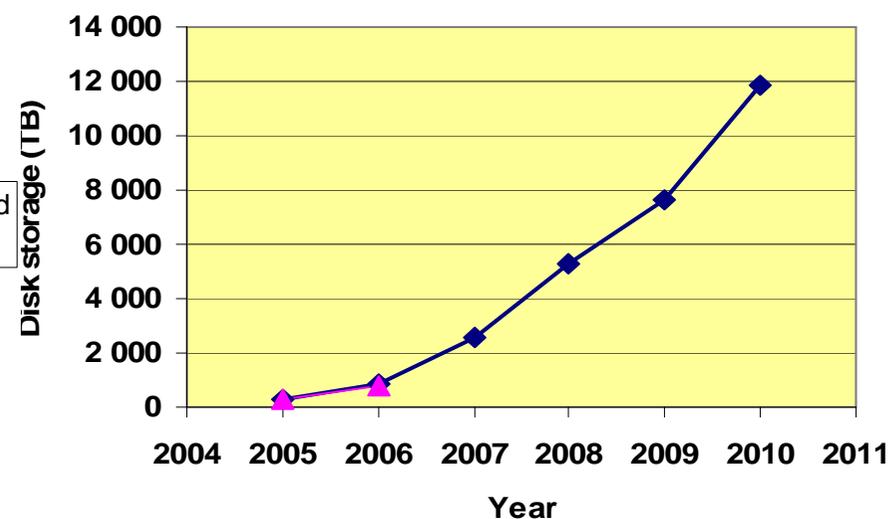
# Évolution de la capacité informatique



Evolution of CPU capacity



Evolution of Disk capacity



Evolution de la capacité CPU et disque + rapide que la loi de Moore

→ *Implique un changement d'échelle au niveau de l'infrastructure du CC-IN2P3*



## Évolution des besoins: les grilles de calcul

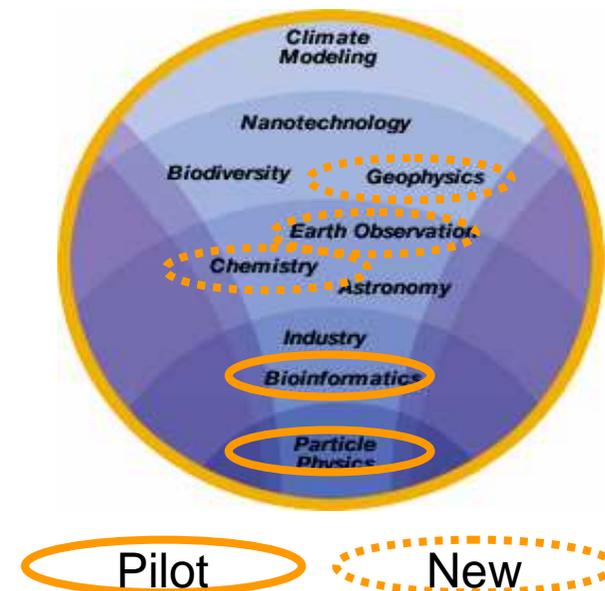


- Collaborations internationales:
  - Chercheurs dispersés géographiquement.
  - Ressources de calculs distribués.
- Calcul distribué: une réalité depuis un grand nombre d'années.
- Phénomène accéléré avec l'apparition des middlewares de grille:
  - Virtualisation des ressources de calcul et de stockage.

## Un exemple de projet de grille: EGEE



- **Enabling Grids for E-science:**
  - projet Européen de grille de calcul pluridisciplinaire, initiative du CERN.
- Phase I terminée.
- Phase II démarrée depuis avril 2006:
  - 90 partenaires dans 32 pays.
  - Financement global: 32 M€.
- Grille LHC s'appuie sur EGEE.
- **Rôle important du CC-IN2P3** (11 personnes).





## La biologie au CC-IN2P3



- Plusieurs groupes de biologie / biomédical travaillent activement au CC-IN2P3:
  - Génomique.
  - Imagerie cérébrale fonctionnelle.
  - Embryogenèse.
  - Recherches sur la polyarthrite rhumatoïde.
  - etc ...
- Le CC-IN2P3 apporte son savoir faire dans le domaine du stockage et des fermes de calcul:
  - Rôle fédérateur et structurant.
- Changement complet des possibilités des groupes de recherche
  - 1 an de travail sur un PC → quelques jours ou semaines.
- Mise en production peut être très rapide.



# Astroparticule au CC-IN2P3



- Labos de l'IN2P3 participent aux projets d'astroparticule dans de nombreux domaines.
- Étude des rayons cosmiques:
  - *Observatoire Pierre Auger, Antarès, AMS.*
- Astronomie gamma:
  - *HESS, Glast.*
- Mesure du bruit de fond cosmologique:
  - *Planck.*
- Observatoire d'ondes gravitationnelles:
  - *Virgo.*
- Étude des supernovae:
  - *SNLS, Supernovae Factory.*
- Recherche de la matière noire:
  - *Eros.*
- Implications futures ?:
  - *LSST.*
  - *Lisa.*

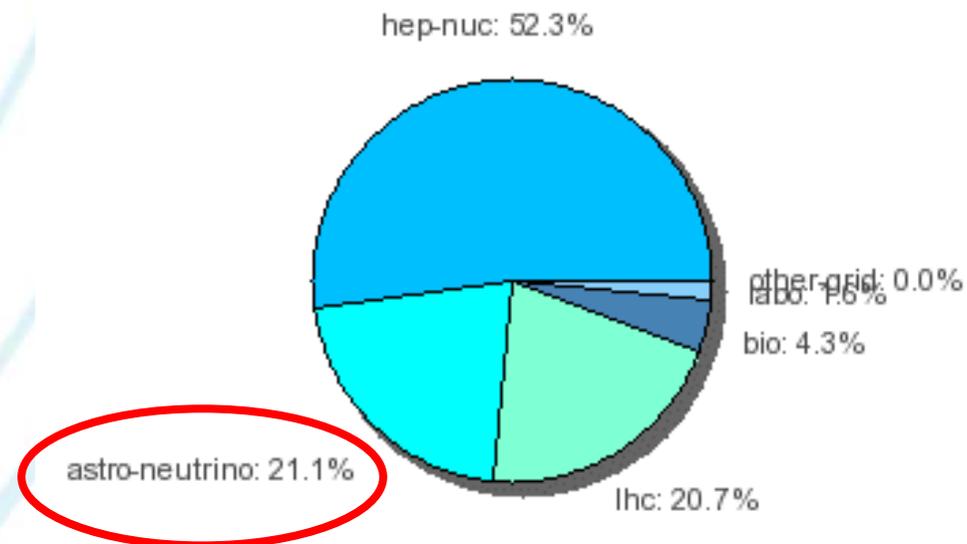


# Astroparticule au CC-IN2P3



- Le poids de l'astro en 2006 pour le CPU:

CC-IN2P3 topic Top 10 on anastasia farm





# Astroparticule au CC-IN2P3: rayons cosmiques



## *Observatoire Pierre Auger*

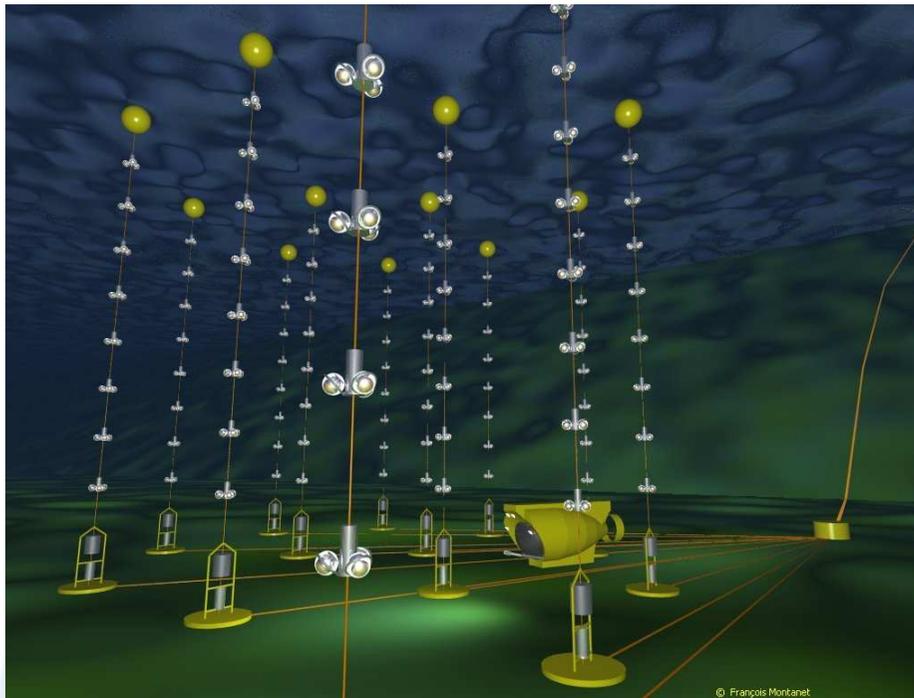


- 1600 détecteurs sur 3000 km<sup>2</sup> en Argentine.
- Collaboration internationale.
- Données transférées Argentine → Lyon.
- Lyon: site primaire pour le stockage et la distribution des données.
- Utilisation de la ferme de calcul pour la simulation des gerbes, etc...

# Astroparticule au CC-IN2P3: rayons cosmiques



## Antarès



- Détecteur de neutrinos cosmiques au large de Toulon (-2500 m).
- Base de données pour le temps réel hébergée à Lyon (calibrations ...).
- Lyon: site primaire de stockage et distribution des données réelles et simulations (~ 200 To/an ).
- CC-IN2P3 utilisé pour l'analyse des données, production de simulation.



## Astroparticule au CC-IN2P3: astronomie gamma



### *Hess*



- 4 télescopes dans le désert de Namibie.
- Ferme de calcul pour l'acquisition en local.
- 2 copies des données sur bandes magnétiques: vers Lyon et Heidelberg.
- Transfert hebdomadaire vers la France (par transporteur).
- 3 ème plus gros consommateur de CPU à Lyon en 2006 (calibration, reconstruction des données ...).

# Astroparticule au CC-IN2P3: astronomie gamma



## *Glast*



- Lancement pour l'automne 2007.
- Besoin de calcul important pour la simulation.
- Centre de calcul principal (SLAC: Stanford).
- Participation du CC-IN2P3 à l'effort de calcul pour la simulation.
- Premier exercice: 50 To à produire à Lyon.

# Astroparticule au CC-IN2P3: bruit de fond cosmologique



## Planck



- Lancement pour mi 2008.
- CC-IN2P3 utilisé pour Planck HFI:
  - Simulation (tâche principale).
  - Analyse des données.
- Accès et écriture des données beaucoup plus exigeants qu'en physique des particules.
- Ex: débit agrégé (écriture + lecture) pour 60 tâches, 500 Mo/s.
- NFS totalement inadapté.
- Passage à GPFS.
- À terme 1 Po de simulation ?

# Astroparticule au CC-IN2P3: ondes gravitationnelles



## Virgo



- Situé à côté de Pise.
- Deux centres de calcul: Lyon et Bologne.
- Analyse et simulation dans les deux centres ( $\sim 60$  To / an ).
- Quelques tentatives d'utilisation de EGEE (simulations: calcul pur).
- Activité d'analyse (avec accès aux données): aucun plan d'utilisation de EGEE pour le court et moyen terme.



# Astroparticule au CC-IN2P3: étude des supernovae

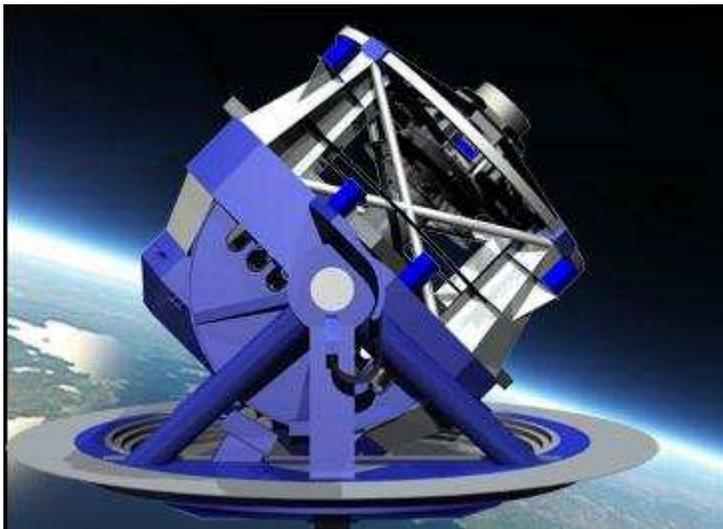


## *SNLS et SNFactory*



- Observations à Hawaï.
- SNLS: franco-canadien.
- SNFactory: franco-américain.
- Besoins éloignés de la plupart des projets hébergés au CC-IN2P3.
- Peu de données produites mais nécessité de grosses volumétrie de disques (> 40 To).
- Pour SNFactory: utilisation du CC-IN2P3 dans le temps réel.

## LSST



- Large Synoptic Survey Telescope, horizon 2013.
- Couverture complète du ciel en 3 nuits.
- De l'ordre de 10 Po / an produit.
- Énorme défi au niveau du calcul et de l'accès aux données.
- Données engendrées de l'ordre de l'Eo !!
- Volonté du CC-IN2P3 de participer au volet informatique du projet.
- Encore à définir.



## Les défis à venir



- Architecture de + en + distribuée.
- Explosion numérique dans de nombreuses disciplines.
- Manipulation et gestion de masses de données souvent sous-estimées ou négligées par rapport au CPU.
- L'astrophysique est un des gros demandeurs à l'avenir.



## Référence



- Site du CC-IN2P3: <http://cc.in2p3.fr>