



# Présentation générale du LAL



LABORATOIRE  
DE L'ACCÉLÉRATEUR  
LINÉAIRE

Étudiants M1, 11/12/2014

# Présentation générale

- Le LAL est situé sur le campus de l'**Université Paris Sud** (Paris XI), entre Orsay et Bures sur Yvette

Site web : <http://www.lal.in2p3.fr/>



- **L**aboratoire de l'**A**ccélérateur **L**inéaire : **LAL**
- **Nom historique** : le grand accélérateur linéaire a cessé ses activités en 2004. Le LAL vient d'en construire un plus petit, **PHIL**, pour la R&D.

Une surface totale de 18 000 m<sup>2</sup>  
dont 7000 m<sup>2</sup> de halls, ateliers et de salle blanches

# Présentation générale

- Le LAL est une **unité mixte de l'IN2P3/CNRS et de l'Université Paris Sud**
- **CNRS** : **C**entre **N**ational de la **R**echerche **S**cientifique  
→ Un organisme public de recherche : 32 000 personnes, budget de 3,4 milliards d'€
- **IN2P3** : **I**nstitut **N**ational de **P**hysique **N**ucléaire et de **P**hysique des **P**articules  
→ Un des dix instituts [structures regroupant plusieurs disciplines proches] du CNRS  
→ L'un des deux instituts nationaux ; créé en 1971
- **Unité mixte** : le LAL rassemble des **chercheurs CNRS** et des **enseignants-chercheurs** qui dépendent de l'Université Paris Sud et enseignent sur le campus

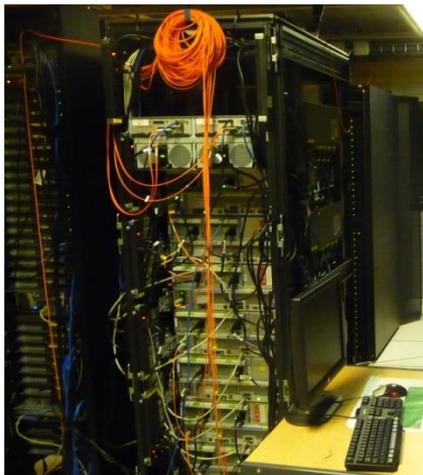
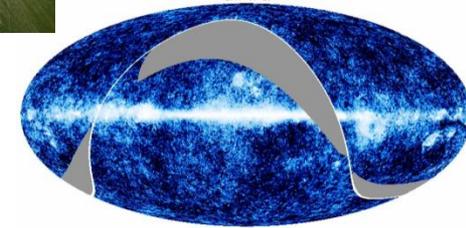


# Présentation générale

- Le plus grand laboratoire de l'IN2P3/CNRS consacré à la **physique des particules** et à la **cosmologie** et les **astroparticules** :
  - ~120 chercheurs (70% / 30%) répartis en plusieurs groupes
  - ~220 ingénieurs et techniciens
  - Budget annuel hors salaires : ~8 millions d'€
- Implication dans des **expériences sur plusieurs continents** : Europe, Etats-Unis, Argentine, Japon et même... dans l'espace
- **Quatre services techniques**, beaucoup d'activités **R&D sur accélérateurs**



Planck scanning  
2010-01-28



# Le domaine de recherche du LAL

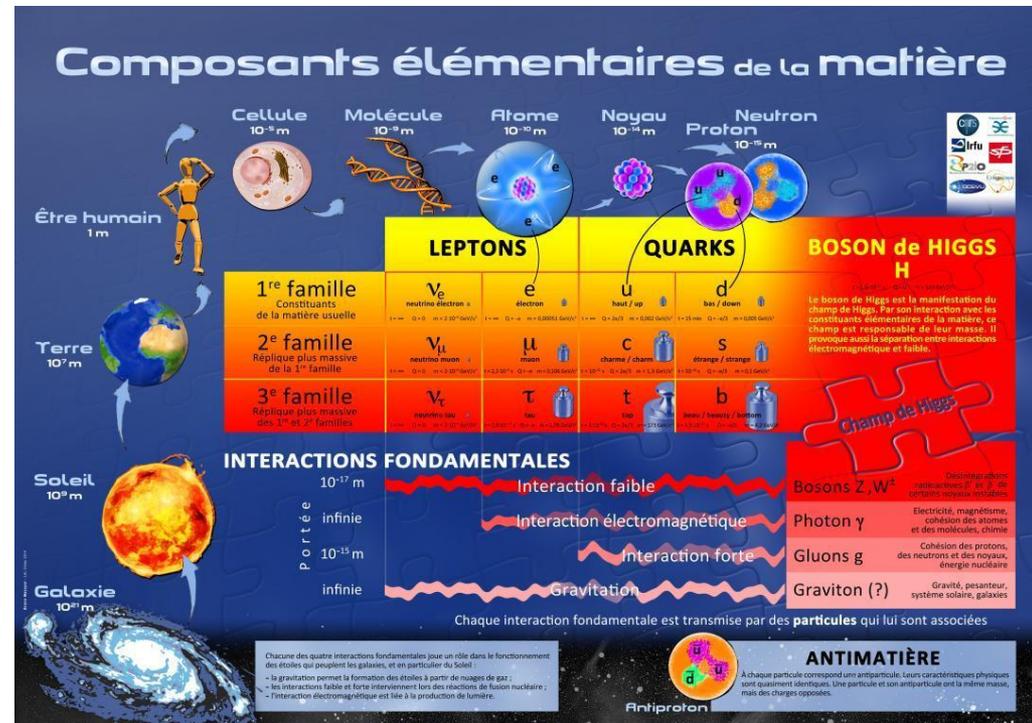
- Au LAL, on étudie les **constituants de la matière** : les **particules élémentaires**
  - Combien sont-elles ?
  - Quelles sont leurs propriétés ?
  - Quelles sont les forces qui les gouvernent ?

- Ce monde, « **l'infiniment petit** », a des liens étroits avec celui de « **l'infiniment grand** », c'est-à-dire l'étude de l'Univers.

- Au LAL des groupes s'intéressent également à la composition de l'Univers et à son histoire, du Big-bang jusqu'à nos jours.

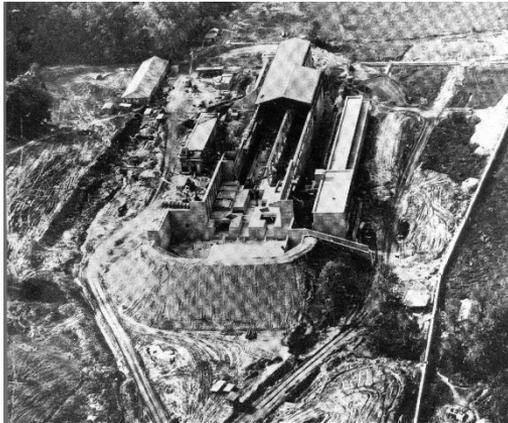
- On observe aussi des particules en provenance de l'espace !

- Ces études demandent d'importantes ressources techniques & informatiques.

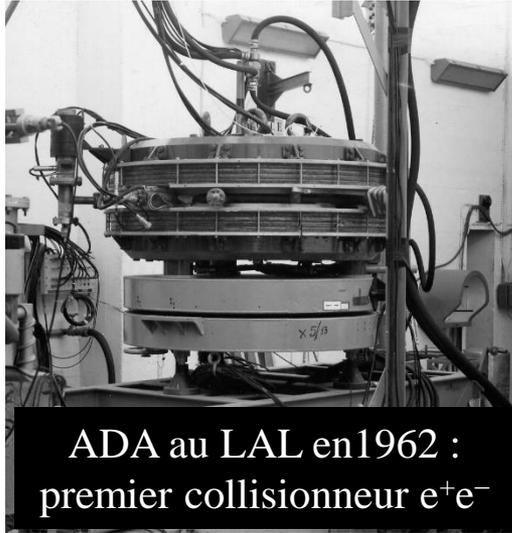


<http://quarks.lal.in2p3.fr/afficheComposants/index.html>

# 1956 – 2012 : survol de l'histoire du LAL



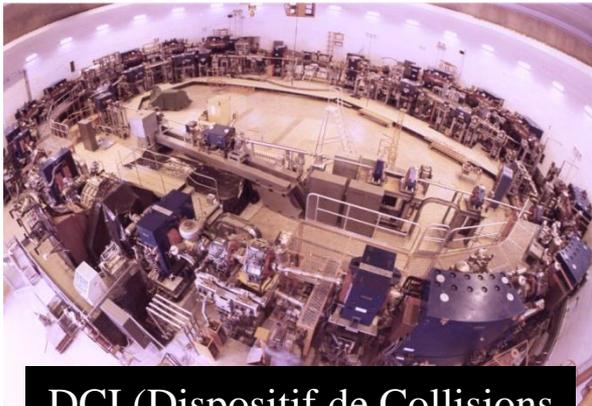
Chantier du LAL fin 1957



ADA au LAL en 1962 :  
premier collisionneur  $e^+e^-$



ACO vers 1965



DCI (Dispositif de Collisions  
dans l'Igloo), années 1970



Le site du LAL en 1981

ACO aujourd'hui : un musée  
& un monument historique



# Laboratoire fondé en 1956

49 Chercheurs CNRS

11 Enseignants-Chercheurs

**124 Chercheurs**

32 Thésards

12 Chercheurs émérites

20 Post-doctorants

**Personnel**

57 Ingénieurs de Recherche

**350 Agents**

26 Ingénieurs d'Études

65 Techniciens

**226 ITA**

200 Formations  
suivies par an

35 Assistants Ingénieurs

43 CDD

18 000 m<sup>2</sup> de surface au total,

7 000 m<sup>2</sup> de halls, ateliers et salles blanches,

3 plateformes technologiques

Auditorium de 250 places

Photoinjecteur à 6 MeV

3 000 Factures  
traitées par an

**Moyens**

Budget annuel 7,5 M€

Chiffre d'affaire magasins : 240 k€

Soutien de base du CNRS 1,5 M€

Marchés industriels 15 M€

2 700 processeurs informatiques, 600 TB de stockage

Une bibliothèque riche de 12 500 titres : 7 000 livres,

3 500 rapports, 2 000 thèses

**50 Séminaires organisés**

**160 Interventions en conférence**

**160 Publications**

## **Une année de recherche au LAL**

**2 000 Missions en France et à l'étranger**

**10 Thèses et 2 HDR**

**5 Conférences, écoles ou journées thématiques**

**1 Département Accélérateur**

**14 Groupes de physique**

**1 Pôle interlaboratoires  
de microélectronique**

## **Organisation**

**30 Projets scientifiques**

**1 Service administratif**

**5 Services techniques**

**200 Scolaires et visiteurs accueillis**

**Sciences ACO**

**70 Stages de Licence et Master par an**

## **Transmission du savoir**

**1 Salle dédiée à l'enseignement informatique**

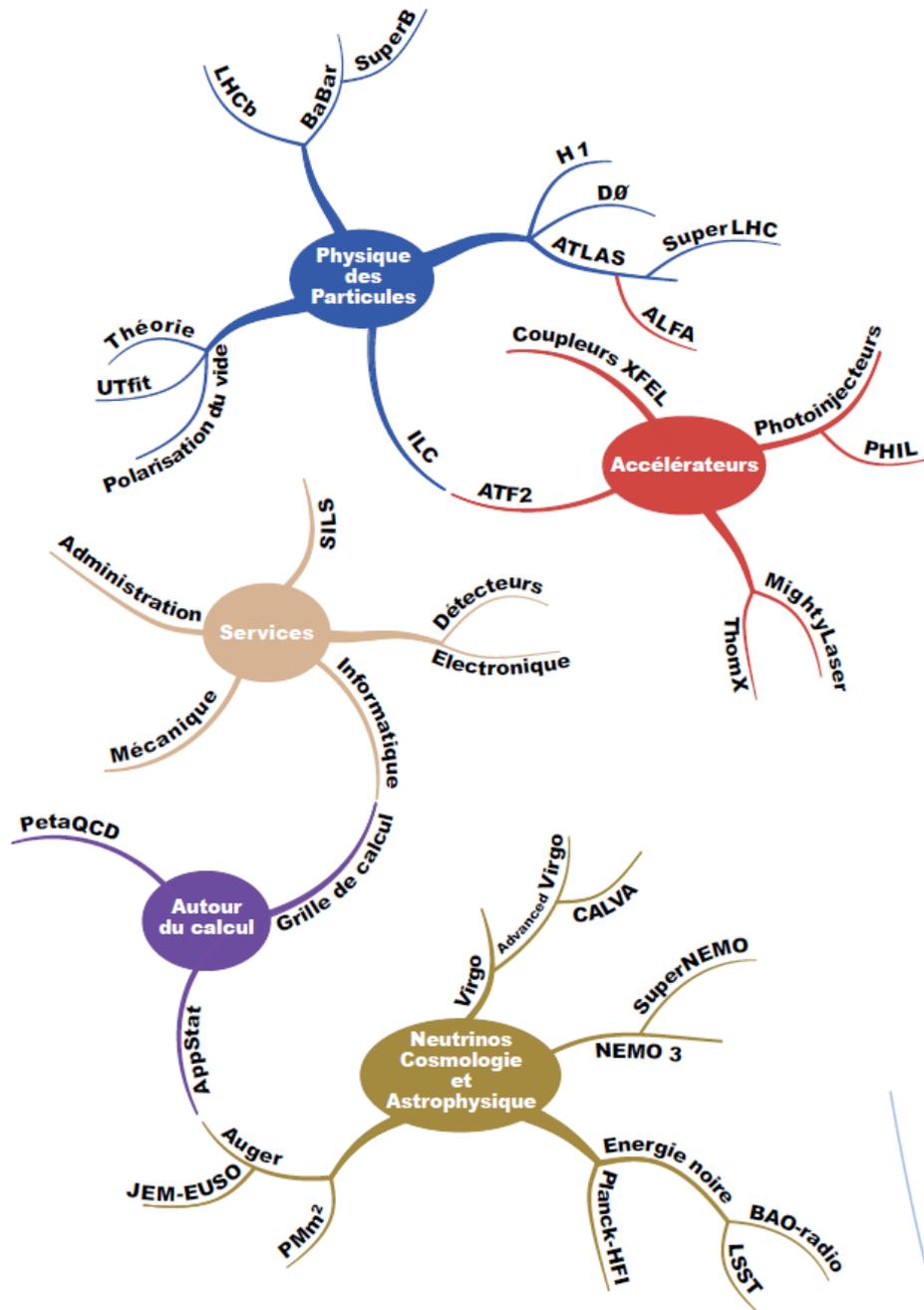
**40 Agents impliqués dans l'enseignement**

**Revue Élémentaire**

**Salle de Musée**

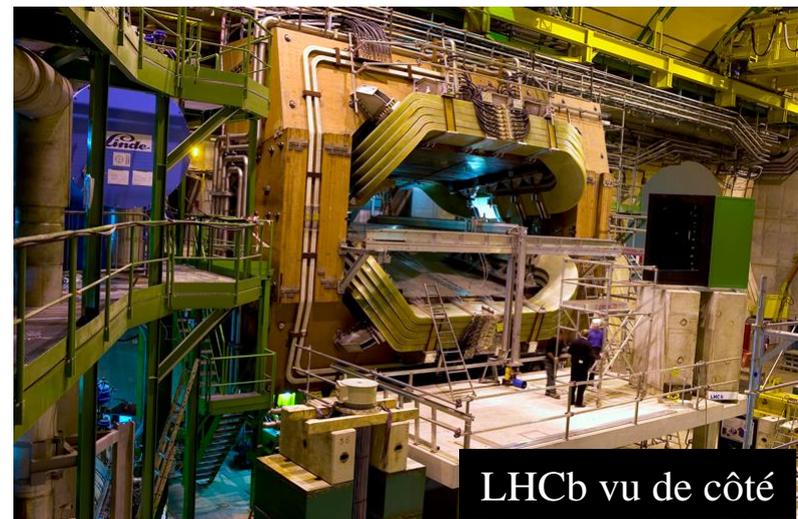
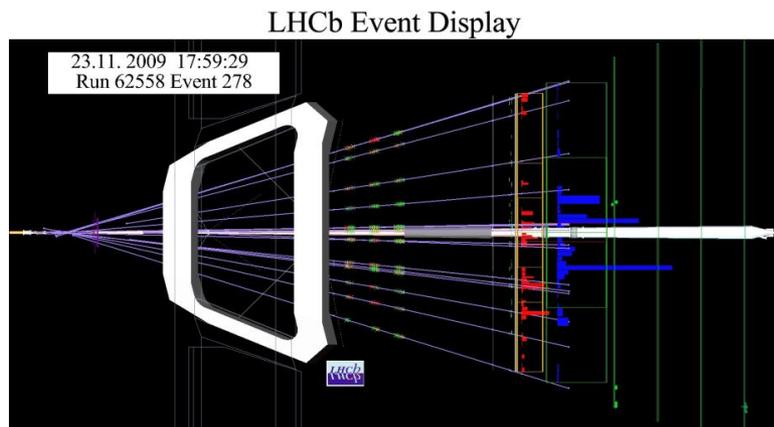
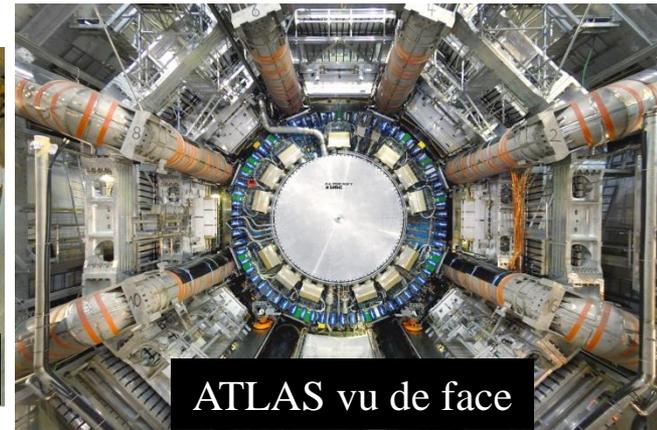
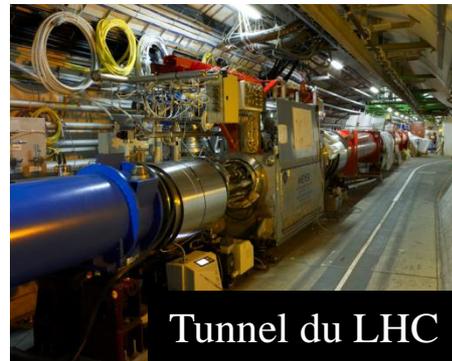
**Passeport pour les deux infinis**

# PROJETS ET SERVICES



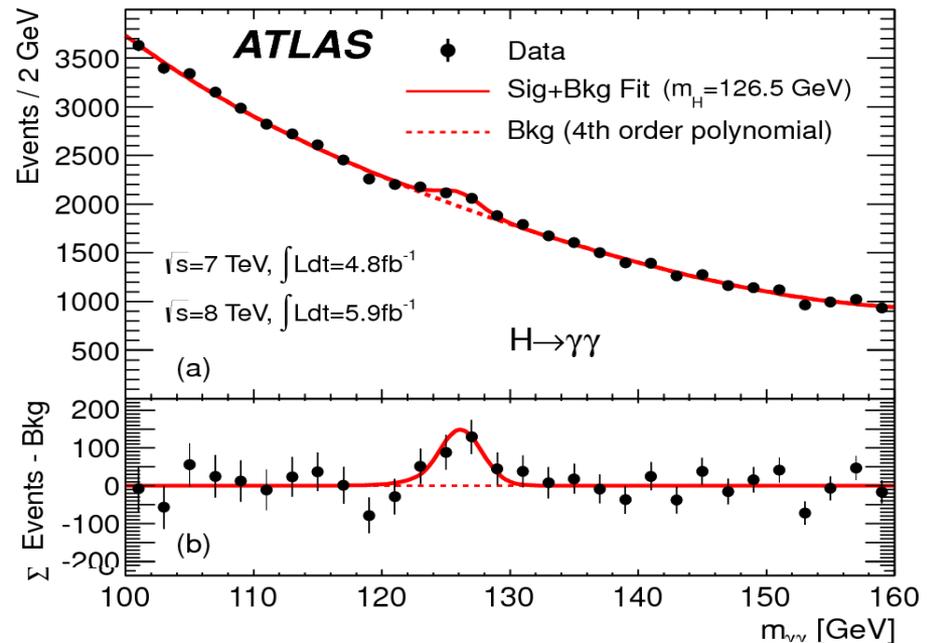
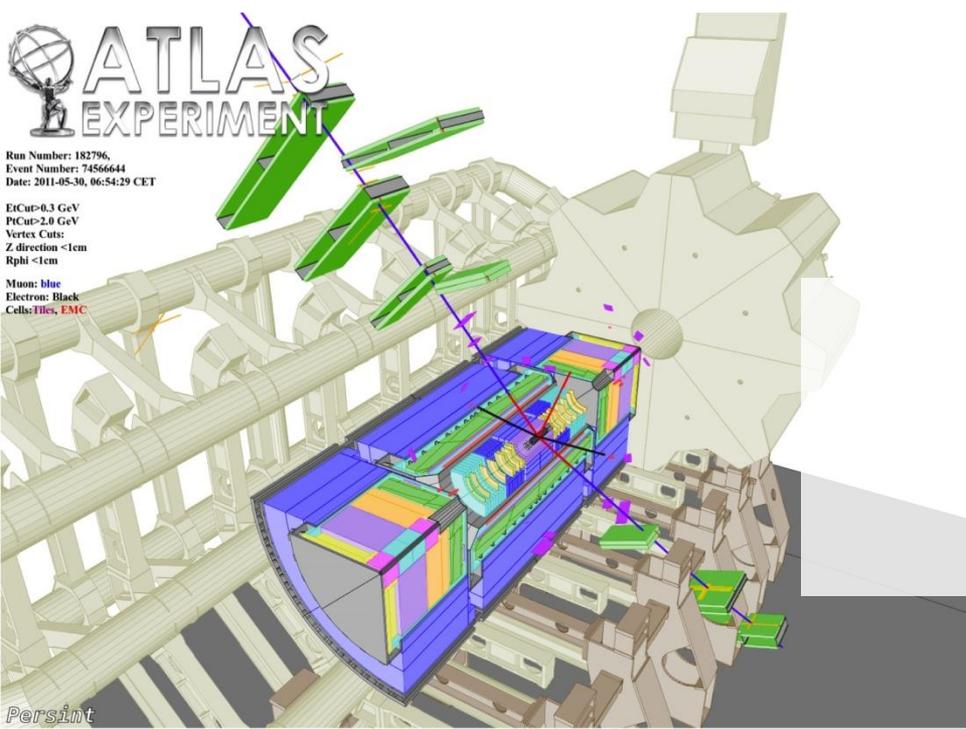
# Physique expérimentale au LAL

- **Projet phare** : le « **grand collisionneur à hadrons** » (LHC) du CERN
  - **~50%** des physiciens du LAL impliqués dans deux expériences, **ATLAS** et **LHCb**
  - Importantes contributions techniques pour les **détecteurs** et l'**accélérateur**



Le LAL a conçu, construit et fait fonctionner un des sous-détecteurs du LHC (le calorimètre électromagnétique).

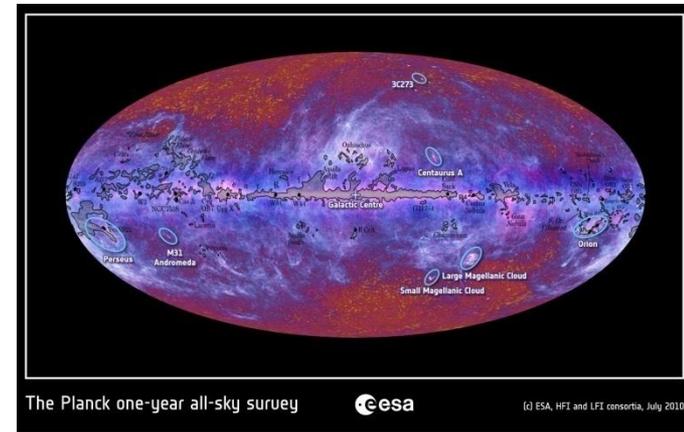
Ses physiciens sont très impliqués sur la recherche du boson de Higgs ainsi que celle de la supersymétrie



Candidat  
 $H \rightarrow Z(\rightarrow \mu^+ \mu^-) Z(\rightarrow e^+ e^-)$

# Autres projets

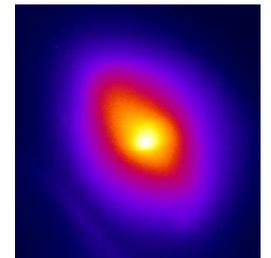
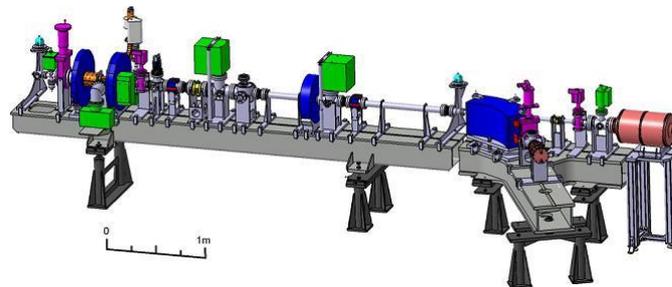
- Expériences sur accélérateurs : **BaBar**, **DØ**, **H1**
- Cosmologie : le satellite **Planck**  
→ **Avalanche de résultats** : <http://www.planck.fr/>



- Observatoire **Auger** et **JEM/EUSO** pour les rayons cosmiques de très haute énergie
- Etude du neutrino électronique par les détecteurs successifs **NEMO**

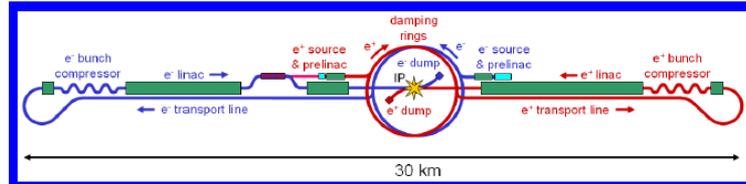


- Recherche directe des ondes gravitationnelles par l'interféromètre **Virgo**
- Accélérateurs : **XFEL** en Allemagne, **PHIL** et **ThomX** au LAL, **ATF/ATF2**, **SuperKEKB** au Japon

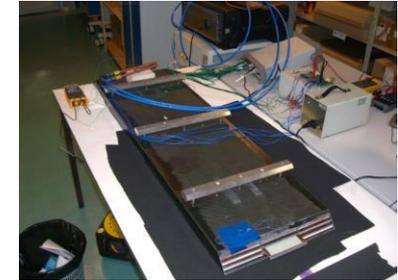
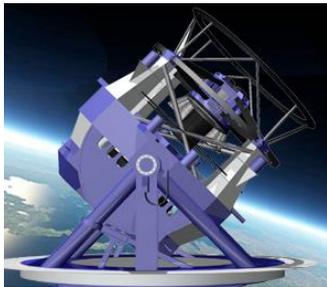


# Implications dans les projets du futur

- Prochaine génération de collisionneurs électrons – positrons de haute énergie  
→ Projets **ILC** et **Clic**



- Futur télescope **LSST**, **BAORadio**



⇒ Les projets sont aujourd'hui si complexes et si vastes qu'il faut les préparer des années à l'avance. L'enjeu est de démontrer leur faisabilité pour un coût raisonnable. Cela passe par la mise en œuvre de plateformes de tests : CALVA, CORTO, PHIL ...

# La transmission du savoir

- ~30 thèses en cours soit 10 nouvelles thèses qui débutent chaque année
- ~70 stages de Licence et Master par an
- 40 agents dont 11 enseignants-chercheurs impliqués dans l'enseignement
- Les stages sont disponibles à l'adresse suivante :  
<http://www.lal.in2p3.fr/Stages>

Fin

# Les services techniques & administratifs du LAL

- **Département Accélérateur**
- **4 Services techniques**
  - Electronique
  - Informatique
  - Infrastructure, logistique et sécurité
  - Développements et technologies en mécanique
- **Des plateformes utilisées par d'autres laboratoires et pour la formation**
  - Projets CALVA, CORTO et PHIL
  - Grille de calcul GRIF
  - Atelier de mécanique ; magasin
- **Service administratif**



# Activités accélérateur au LAL

- **Développements technologiques novateurs**

- **Conception** d'instruments

→ **THOMX** : <http://sera.lal.in2p3.fr/thomx/>

- **Participation au fonctionnement** d'accélérateurs existants (coll. internationales)

- **Simulations informatiques**

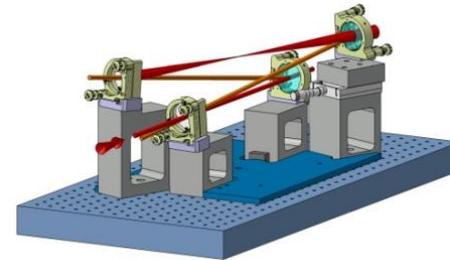
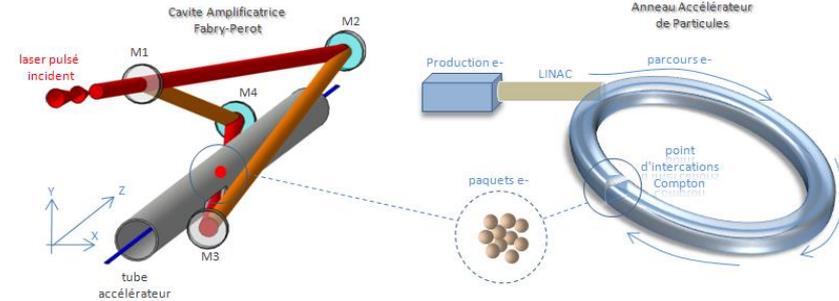
→ évolution des faisceaux de particules, bruits de fond parasites, etc.

- **Activités de recherche-développement**

- **Contrats avec des industriels**

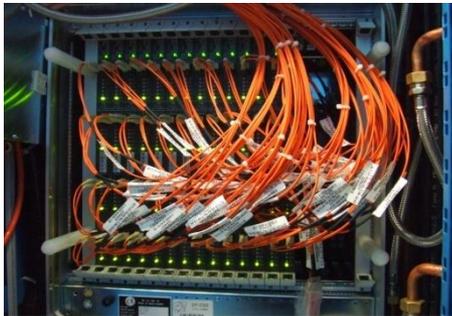
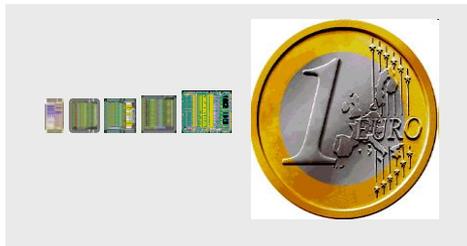
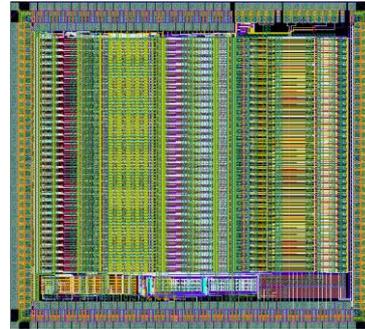
→ **XFEL** : <http://www.xfel.eu/>

- Grand éventail de projets allant de la **physique fondamentale** à la **physique appliquée**



# L'électronique au LAL

- Conception de **circuits intégrés**
- Conception de **cartes d'électroniques**
- **Cablage**
- **Tests**
- Production en **grande série réalisée par des industriels**
- **Installation sur les sites d'expérience**
- **Validation, maintenance, réparations**



# L'informatique au LAL

- **Fonctionnement, maintenance et évolutions des infrastructures**
  - Stations de travail, portables, imprimantes, etc.
  - Réseaux (ethernet, wi-fi), infrastructure de vidéo-conférence
  - Ferme de calcul
    - GRIF : un nœud de la grille EGEE
- **Développement de programmes et d'outils pour les expériences de physique**
  - Informatique temps réel
    - Acquisition de données, contrôle-commande, monitoring
  - Visualisation de données
    - vues 3D de collisions dans des détecteurs
  - Calcul
  - Bases de données
  - Conception de logiciels
  - Outils collaboratifs
    - Par exemple pour la grille de calcul
- **Transmission des connaissances**
  - Enseignement, formations, séminaires

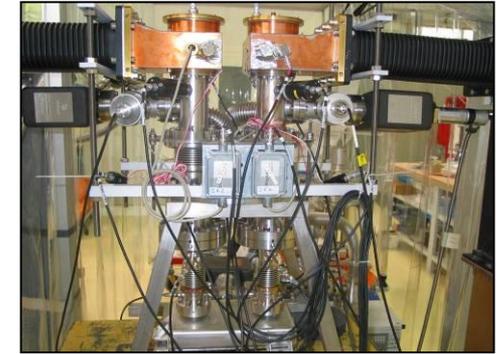
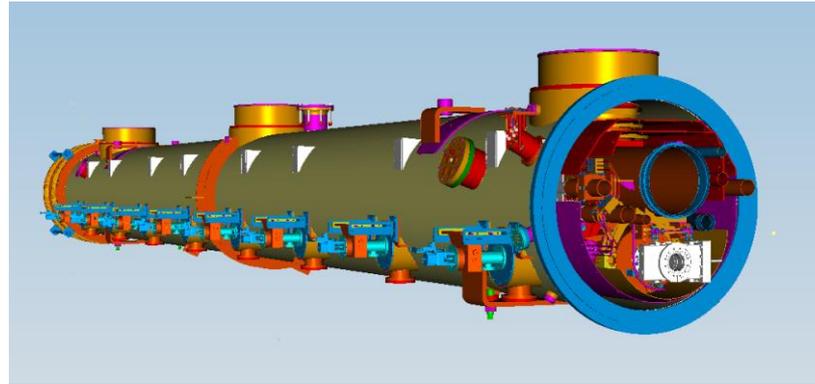


Informatique : 2700 processeurs, 600 TB de stockage

# La mécanique au LAL

- **Conception**

- Études
- Calculs
- Ingénierie



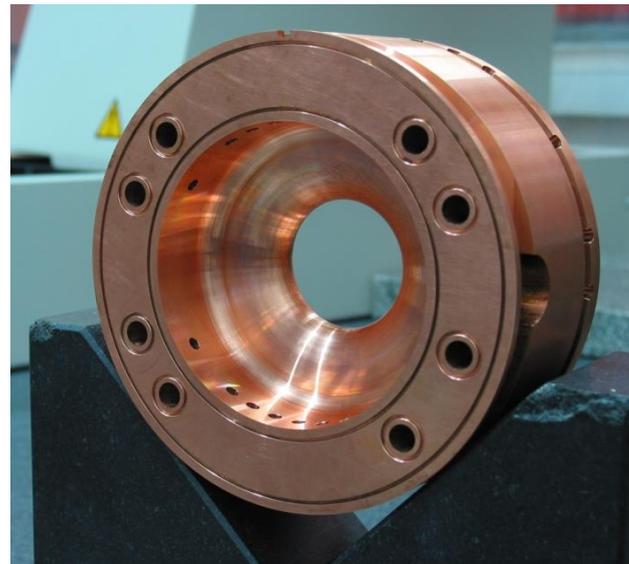
- **Réalisation**

- Assemblage
- Montage



- **Evaluation**

- Qualification
- Tests, essais
- Contrôles



- **Techniques du vide**



- **Chaudronnerie**

- Soudage
- Brasage