



Présentation générale du LAL



LABORATOIRE
DE L'ACCÉLÉRATEUR
LINÉAIRE

Étudiants L3, 28/02/2013

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 m²
dont 7000 m² de halls, ateliers et de salle blanches

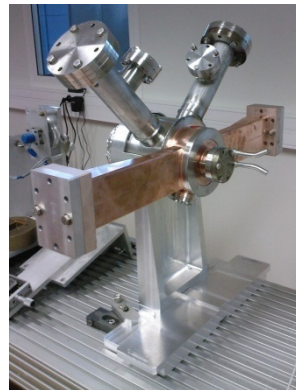
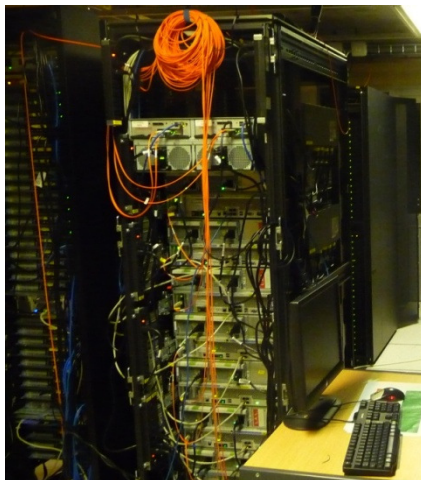
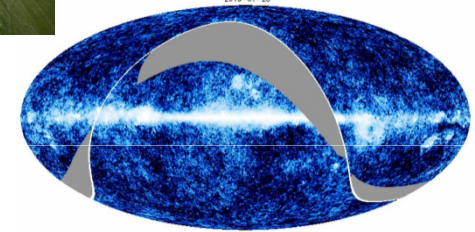
Présentation générale

- 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**



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.

Composants élémentaires de la matière

Il existe des particules associées aux interactions fondamentales permettant leur propagation.

	1 ^{re} famille	2 ^e famille	3 ^e famille
LEPTONS	e électron masse 0,511 MeV	μ muon masse 105,7 MeV	τ tauon masse 1,777 MeV
	ν _e neutrino électronique masse 0	ν _μ neutrino muonique masse 0	ν _τ neutrino tauique masse 0
QUARKS	u haut (up) masse 2,3 MeV	c charm (charm) masse 1,275 MeV	t top masse 173,1 MeV
	d bas (down) masse 4,18 MeV	s strange (étrange) masse 95 MeV	b bottom (bas) masse 4,18 MeV

Les interactions fondamentales

- Gravitation**
Attraction universelle, planètes, galaxies.
GRAVITON ?
- Interaction faible**
Désintégration radioactive.
Z⁰, W⁺, W⁻
- Interaction électromagnétique**
Distinction, répulsion, collection de l'atome et du cristal, chimie.
PHOTON
- Interaction forte**
Collection des protons et des neutrons.
GLUON

LES 4 FORCES FONDAMENTALES

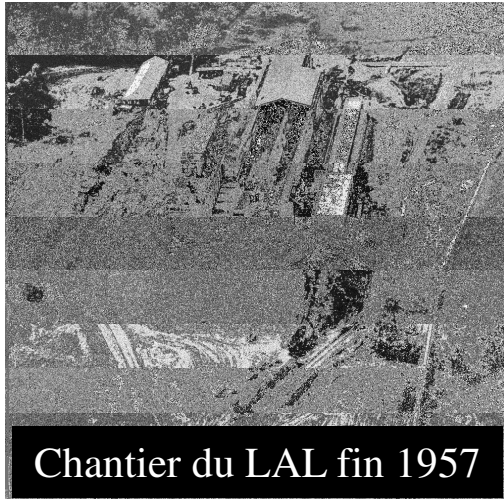
- Les 4 forces fondamentales sont regroupées selon leur portée et leur intensité.
- La gravitation est la plus faible et la plus longue portée.
- La force électromagnétique est la plus forte et la plus courte portée.
- La force nucléaire forte est la plus forte et la plus courte portée.
- La force nucléaire faible est la plus faible et la plus courte portée.

LES PARTICULES ASSOCIÉES

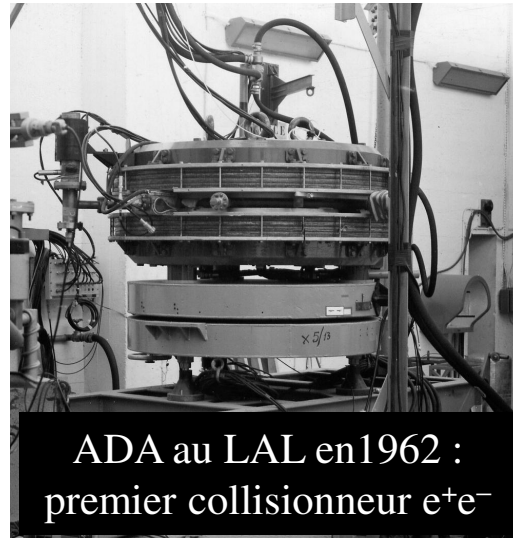
- Les particules associées aux interactions fondamentales sont regroupées selon leur masse et leur charge.
- Les bosons sont les particules associées aux interactions fortes, électromagnétiques et faibles.
- Les fermions sont les particules associées à la matière.

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

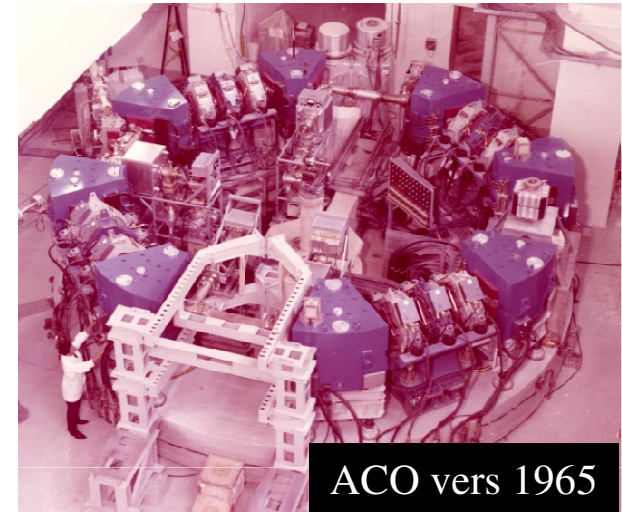
1956 – 2012 : survol de l'histoire du LAL



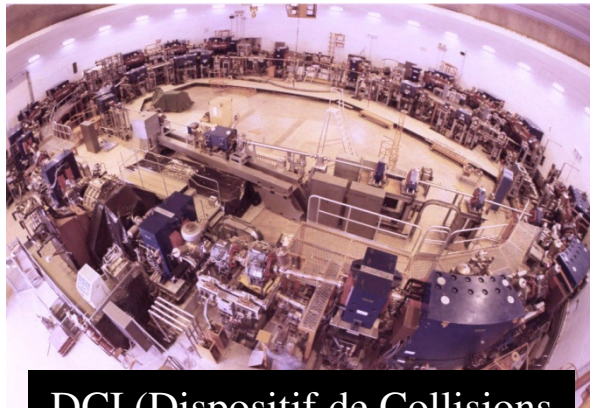
Chantier du LAL fin 1957



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



ACO vers 1965

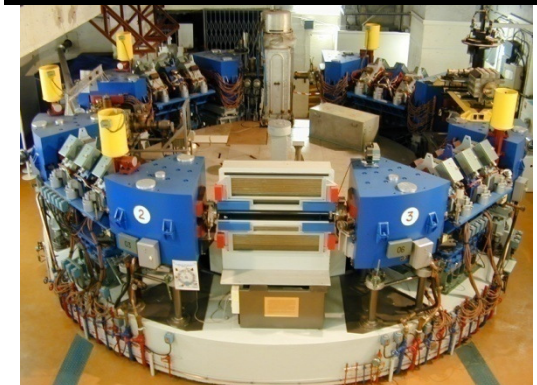


DCI (Dispositif de Collisions
dans l'Igloo), années 1970



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
35 Assistants Ingénieurs suivies par an
43 CDD

18 000 m² de surface au total,
7 000 m² 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

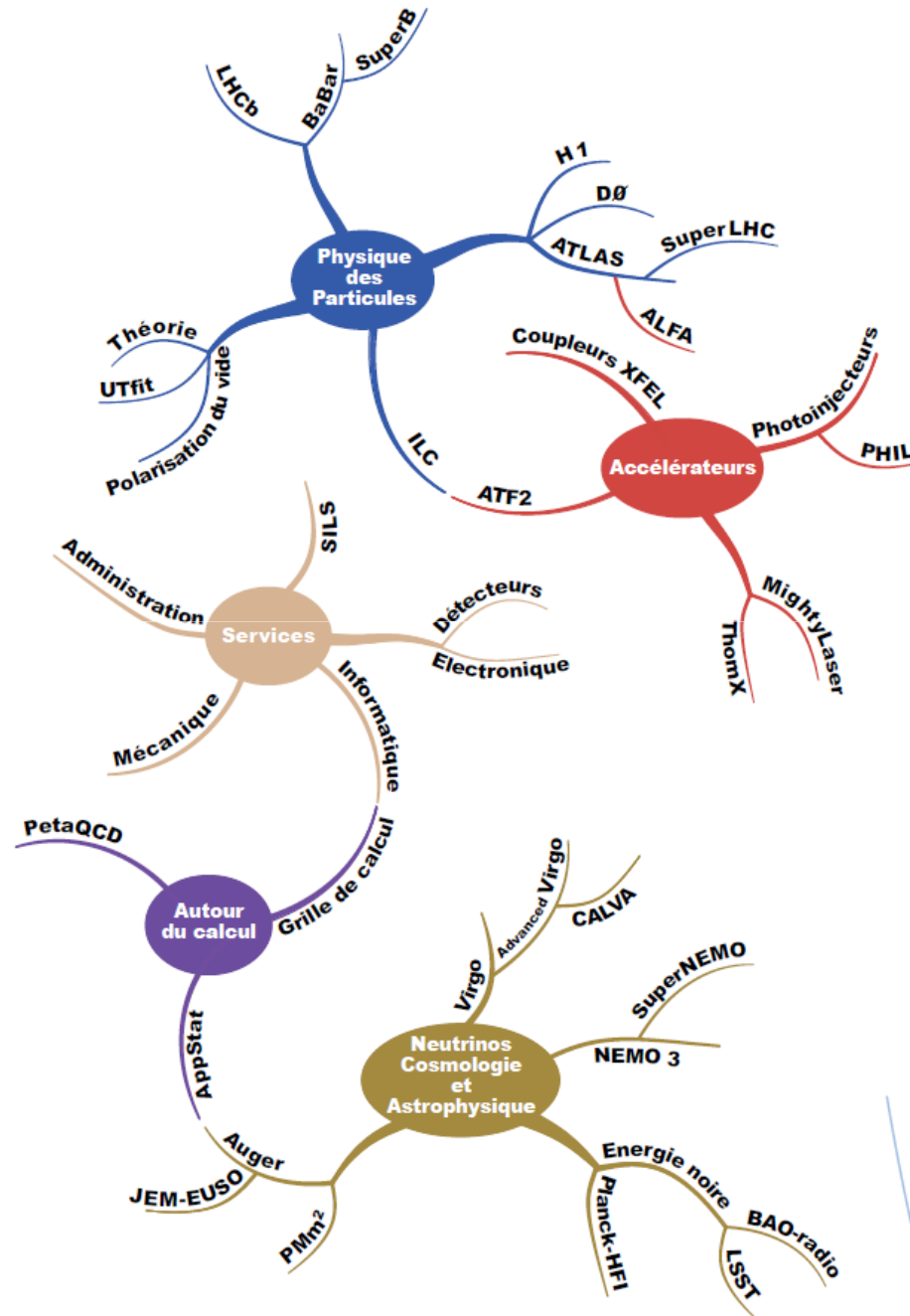
Une bibliothèque riche de 12 500 titres : 7 000 livres,
3 500 rapports, 2 000 thèses

50 Séminaires organisés
160 Publications **160 Interventions en conférence**
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

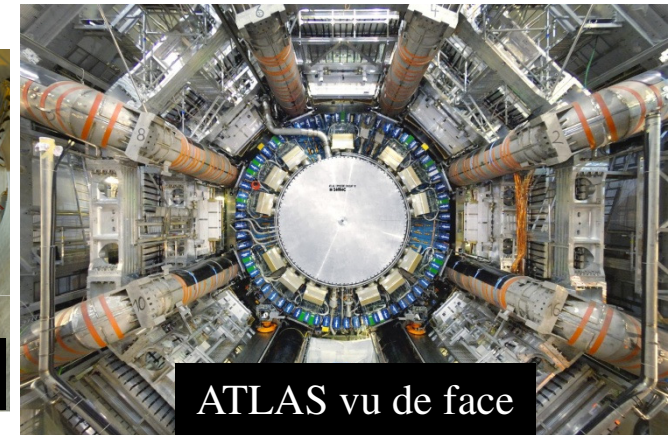
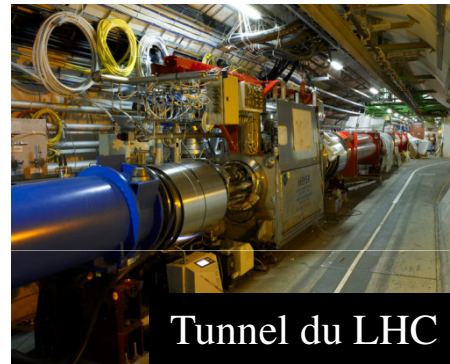
200 Scolaires et visiteurs accueillis **Sciences ACO**
70 Stages de Licence et Master par an
Transmission du savoir
1 Salle dédiée à l'enseignement informatique
40 Agents impliqués dans l'enseignement
Revue Élémentaire **Salle de Musée**
Passeport pour les deux infinis

PROJETS ET SERVICES

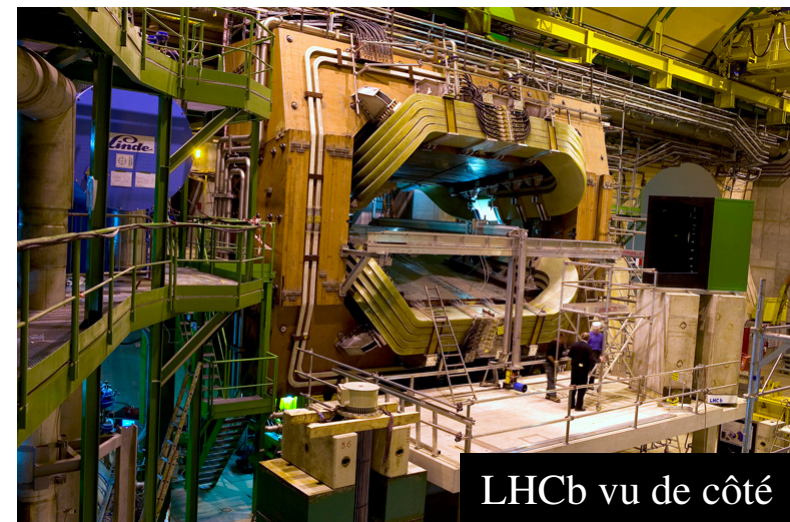
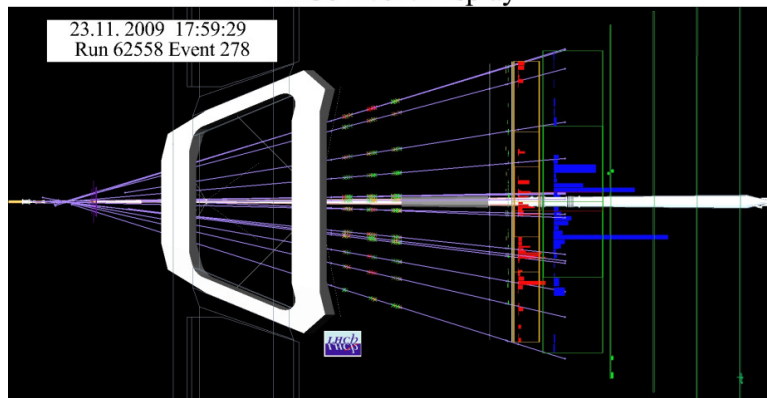


Physique expérimentale au LAL

- **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**

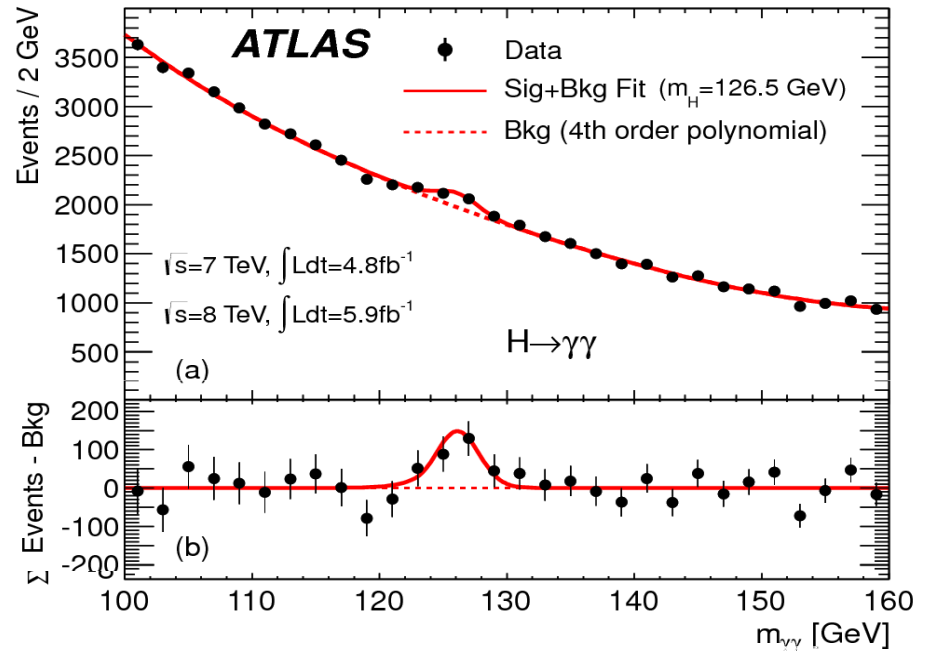
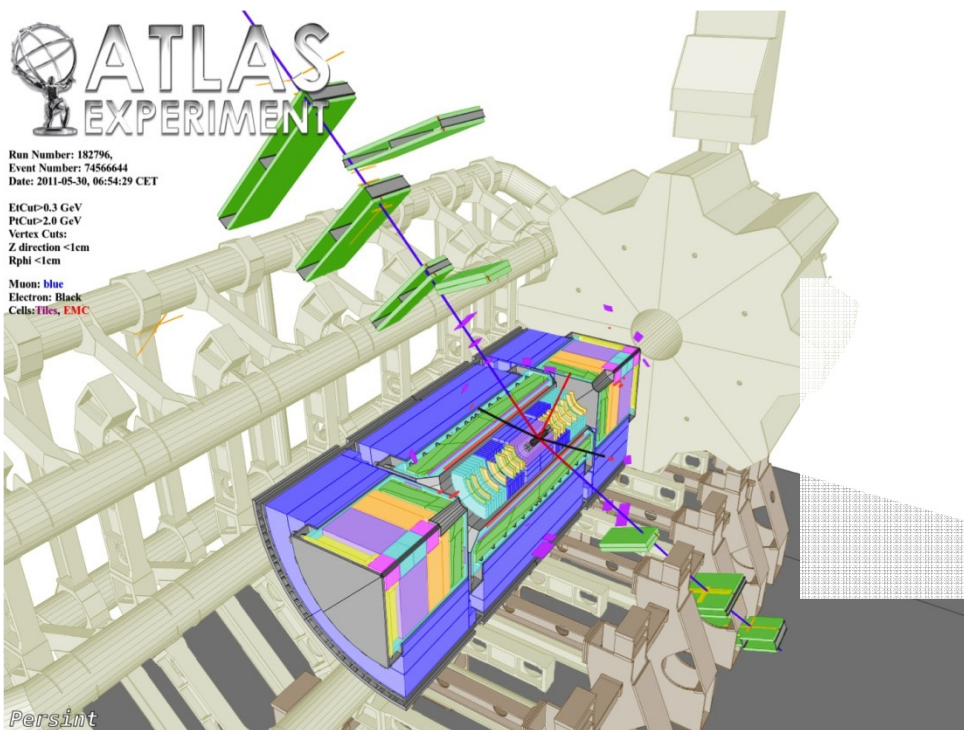


LHCb Event Display



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

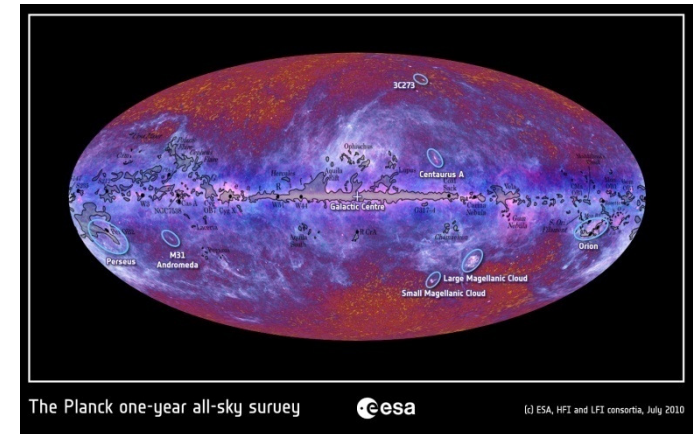
Ses physiciens sont très impliqués sur la recherche du boson de Higgs ainsi que celle de la supersymétrie



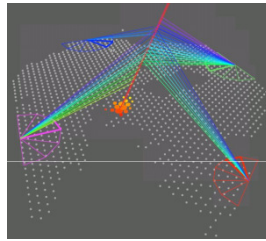
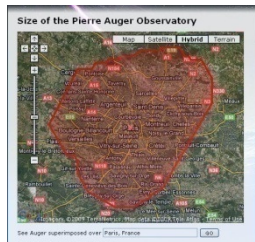
Candidat
 $H \rightarrow Z(\rightarrow \mu^+\mu^-)Z(\rightarrow e^+e^-)$

Autres projets

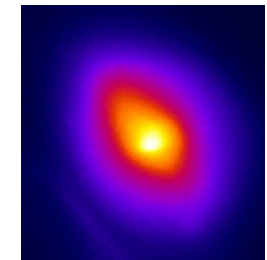
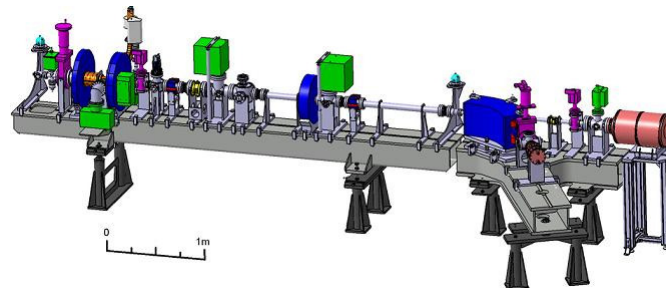
- Expériences sur accélérateurs : **BaBar**, **DØ**, **H1**
- Cosmologie : le satellite **Planck**
→ Premiers résultats : <http://www.planck2012.fr/>



- Observatoire **Auger** et **JEM/EUSO** pour les rayons cosmiques de très haute énergie

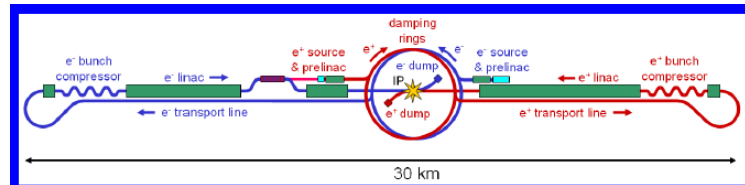


- Etude du neutrino électronique par les détecteurs successifs **NEMO**
- Recherche directe des ondes gravitationnelles par l'interféromètre **Virgo**
- Accélérateurs : **XFEL** en Allemagne, **PHIL** au LAL, **ATF/ATF2** au Japon

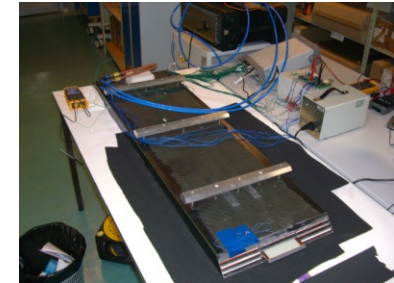
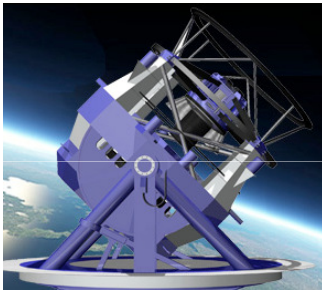


Implications dans les projets du futur

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



- Futur télescope **LSST**



⇒ 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 ...

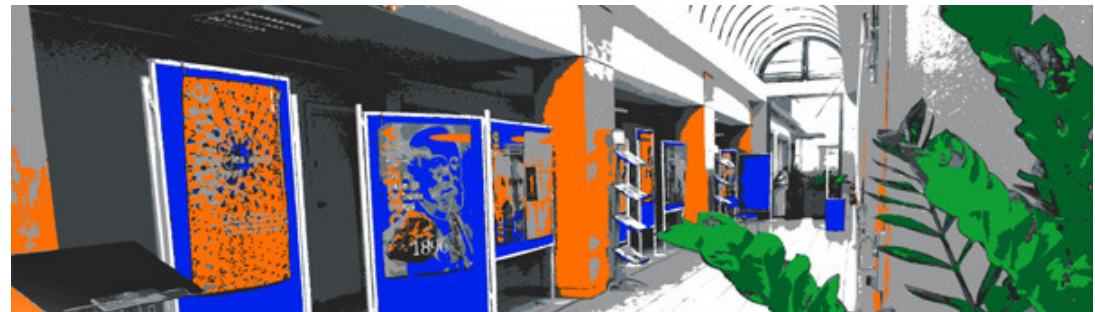
La transmission du savoir

- ~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/spip.php?article296>

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**

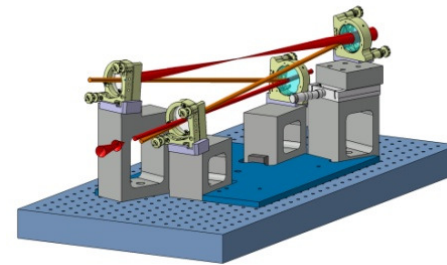
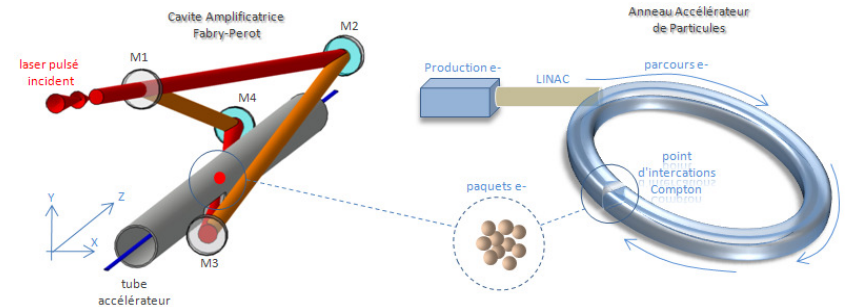
→ évolution des faisceaux de particules,
bruits de fond parasites, etc.

- **Activités de recherche-développement**

- **Contrats avec des industriels**

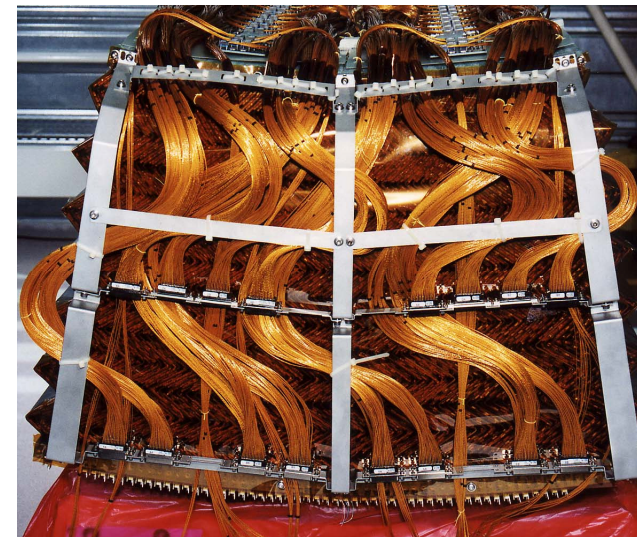
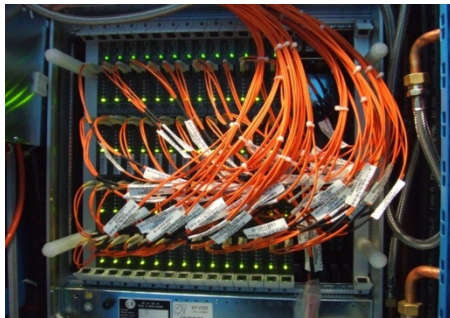
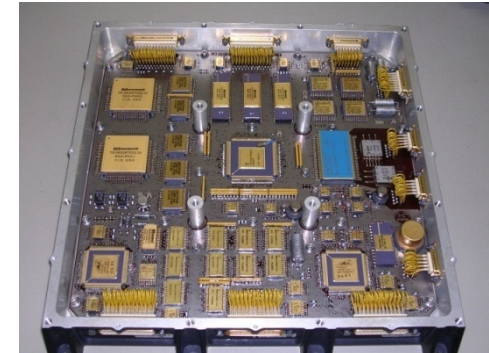
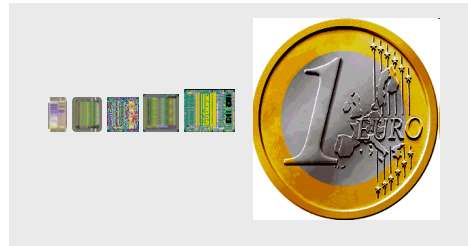
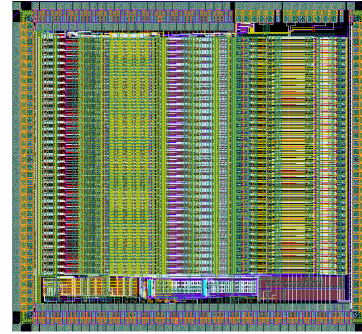
→ **XFEL** : <http://www.xfel.eu/>

- 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

