



Présentation générale du LAL



LABORATOIRE
DE L'ACCÉLÉRATEUR
LINÉAIRE

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

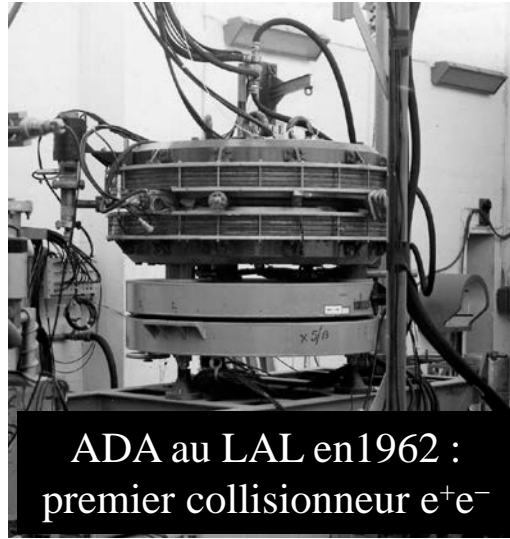
- Le LAL est une **unité mixte de l'IN2P3/CNRS et de l'Université Paris Sud**
- **CNRS** : **C**entre **N**ational de la **R**echerche **S**cientifique
→ Un organisme public de recherche : 32 000 personnes, budget de 3,4 milliards d'€
- **IN2P3** : **I**nstitut **N**ational de **P**hysique **N**ucléaire 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



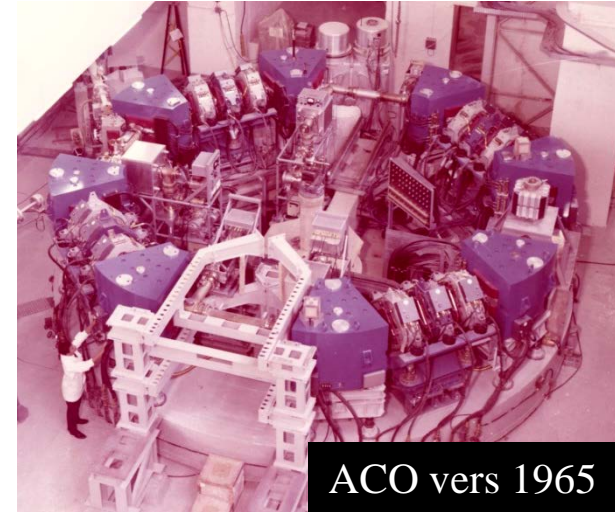
1956 – 2012 : survol de l'histoire du LAL



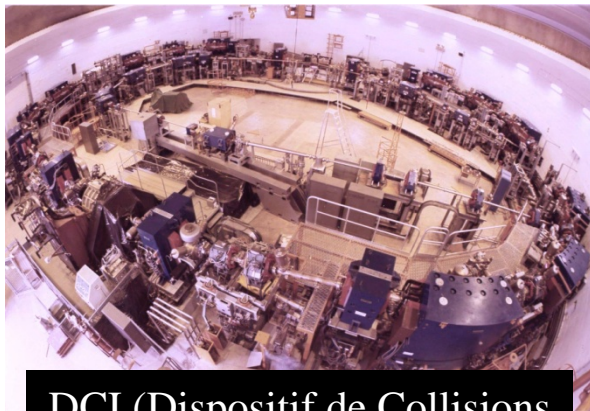
Chantier du LAL fin 1957



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



ACO vers 1965

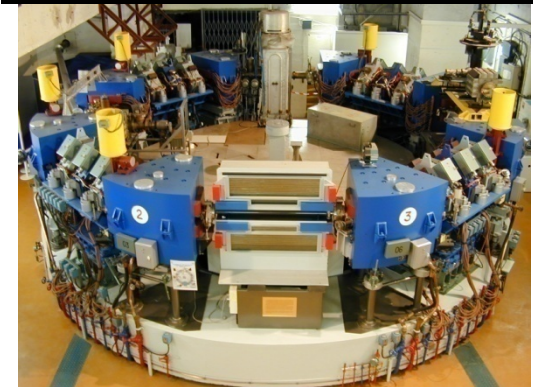


DCI (Dispositif de Collisions
dans l'Igloo), années 1970



Le site du LAL en 1981

ACO aujourd'hui : un musée
& un monument historique

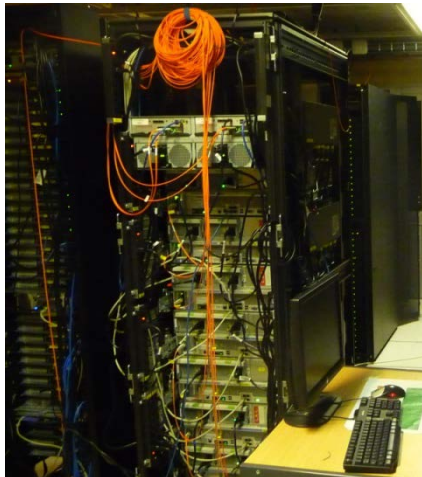
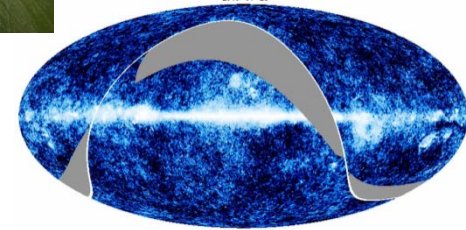


Présentation générale

- 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.

Composants élémentaires de la matière

Le monde des particules est associé aux interactions fondamentales permettant leur propagation.

	1 ^{re} famille	2 ^e famille	3 ^e famille
LEPTONS	e électron 159,103 GeV	μ muon 105,658 GeV	τ tauon 1,777 GeV
QUARKS	u haut / up 2,2 GeV	c charm / charmes 1,3 GeV	t top 172,76 GeV
	d bas / down 4,18 GeV	s strange / étrange 95 GeV	b beauty / bottom 4,18 GeV

Les interactions fondamentales

- Gravitation**
Attraction universelle, planètes, galaxies.
GRAVITON ?
- Interaction faible**
Désintégrations radioactives.
Z⁰, W⁺, W⁻
- Interaction électromagnétique**
Diodes, rayonnements, colorants de l'atome et du cristal, laser.
PHOTON
- Interaction forte**
Collisions des protons et des neutrons.
GLUON

ARTIMATIÈRE

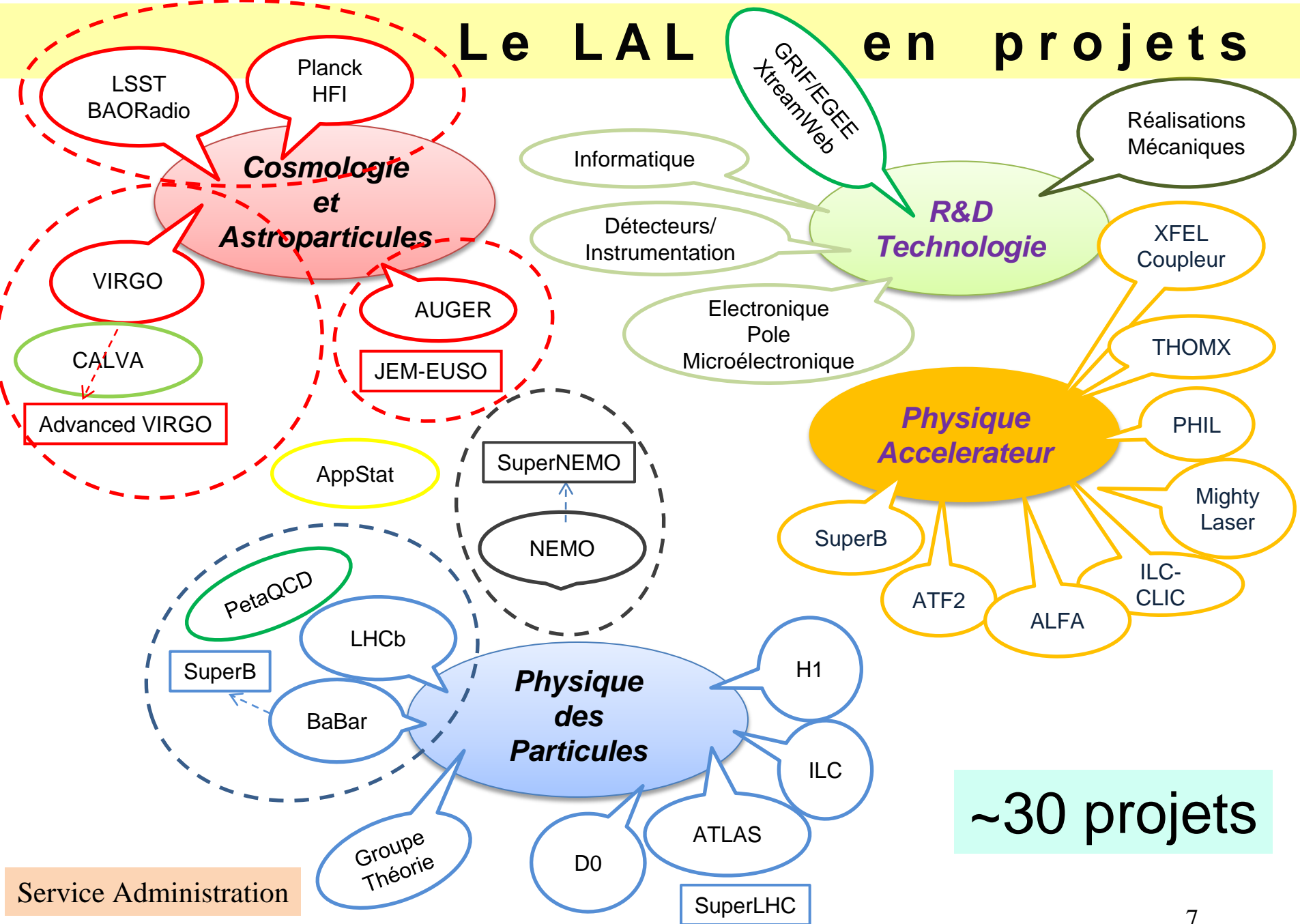
Il s'agit de particules composées d'une ou plusieurs des particules élémentaires.

Le monde des particules est associé aux interactions fondamentales permettant leur propagation.

Le monde des particules est associé aux interactions fondamentales permettant leur propagation.

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

Le LAL en projets



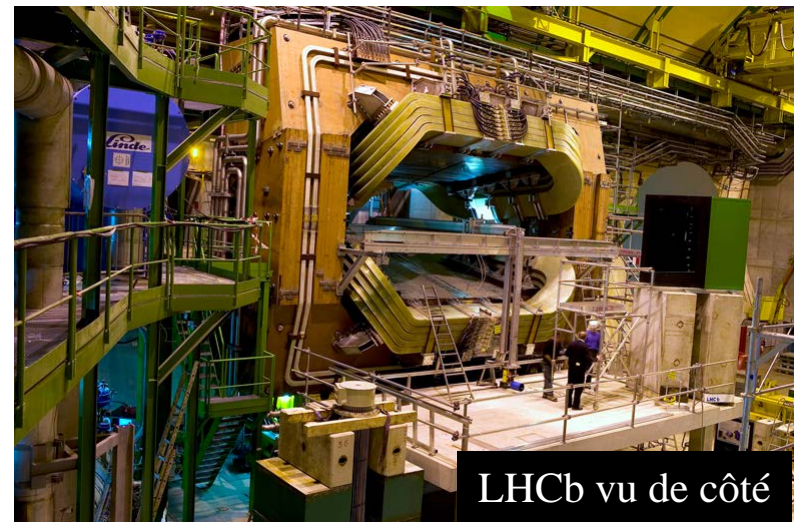
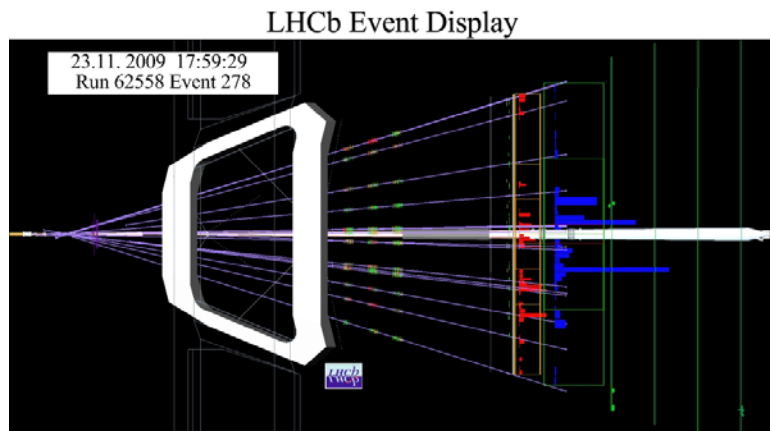
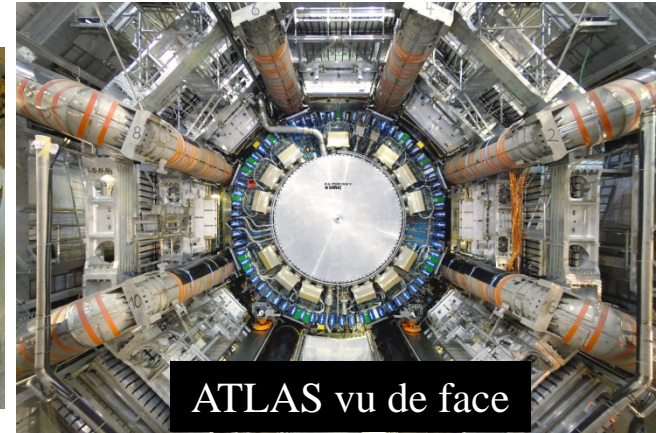
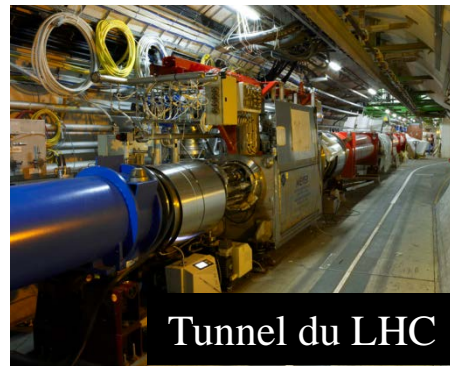
~30 projets

Service Administration

Service Infrastructures Logistique et Sécurité

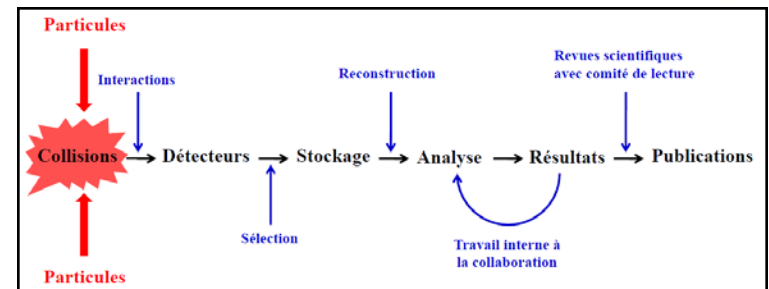
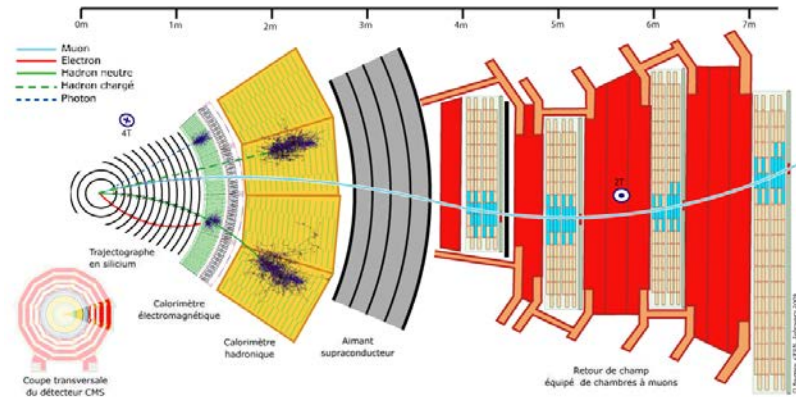
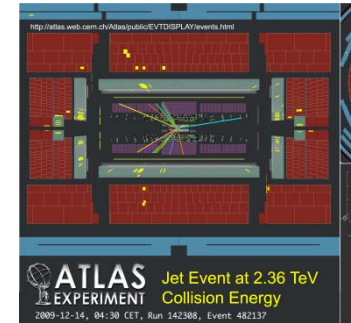
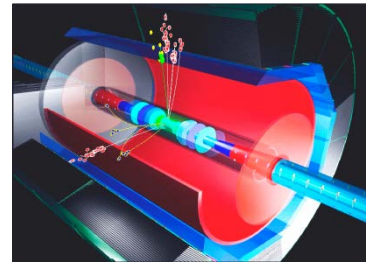
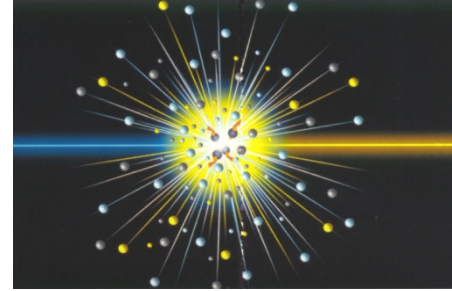
Physique expérimentale au LAL

- **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**



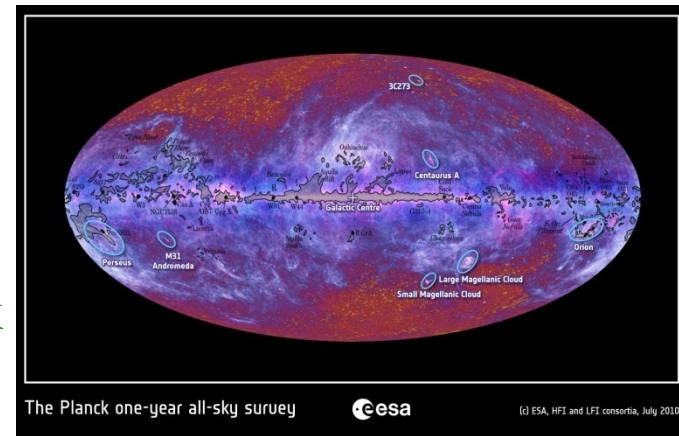
Un exemple d'expérience

- **Collisions à haute énergie entre particules** (électrons ou protons par exemple).
- **L'énergie libérée lors d'une collision sert à créer de nouvelles particules** ($E = Mc^2$) qui sont observées dans de gros détecteurs.
- Les **traces** qu'elles laissent (interactions avec les éléments du détecteur) sont **converties en signaux électriques**, récupérées par de l'électronique, traitées par des ordinateurs puis enregistrées si elles sont intéressantes.
- Ces données sont ensuite **interprétées par les physiciens** pour comprendre les phénomènes qui ont eu lieu lors des collisions. On teste ainsi la qualité des prédictions théoriques en les comparant aux résultats expérimentaux.
- **Il existe d'autres types d'expériences au LAL.**

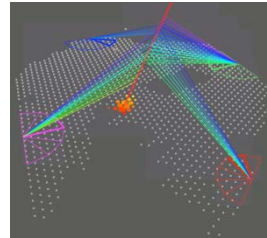


Autres projets

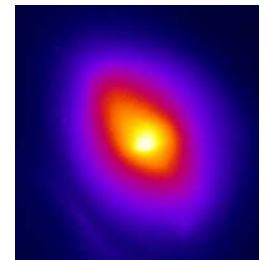
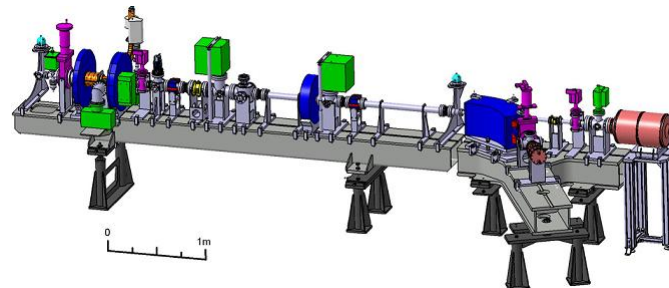
- Expériences sur accélérateurs : **BaBar**, **DØ**, **H1**
- Première incursion dans le spatial : le satellite **Planck**
→ Premiers résultats : <http://www.planck2012.fr/>



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

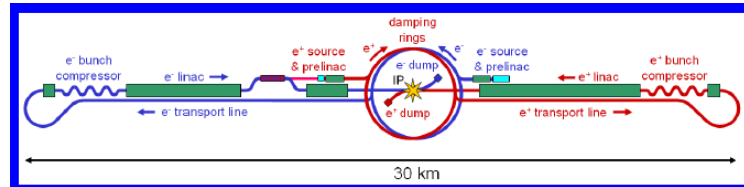


- Etude du neutrino électronique par les détecteurs successifs **NEMO**
- Recherche directe des ondes gravitationnelles par l'interféromètre **Virgo**
- Accélérateurs : **XFEL** en Allemagne, **PHIL** au LAL, **ATF/ATF2** au Japon

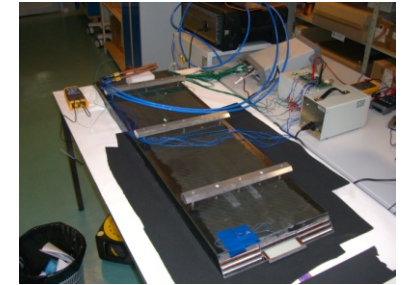
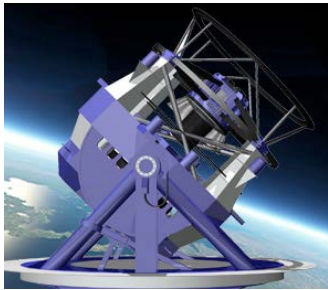


Implications dans les projets du futur

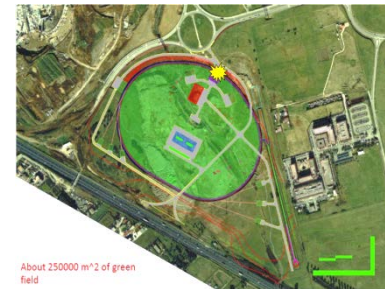
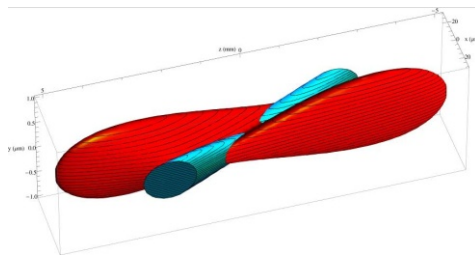
- Prochaine génération de collisionneurs électrons – positrons de haute énergie
→ Projets **ILC** et **Clic**



- Futur télescope **LSST**



- Projet de collisionneur électrons – positrons à plus basse énergie :
la « super usine à mésons B » **SuperB**



- etc.

⇒ 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.

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**
 - Pôle de micro-électronique
 - Projets PHIL et CALVA
 - 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**

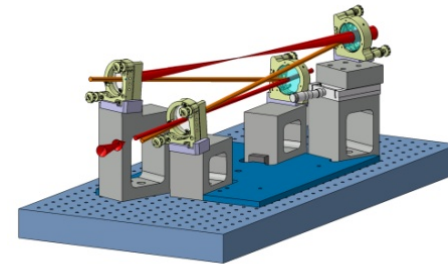
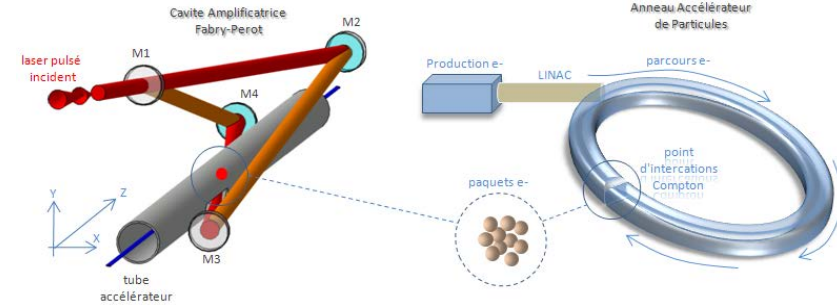
→ évolution des faisceaux de particules, bruits de fond parasites, etc.

- **Activités de recherche-développement**

- **Contrats avec des industriels**

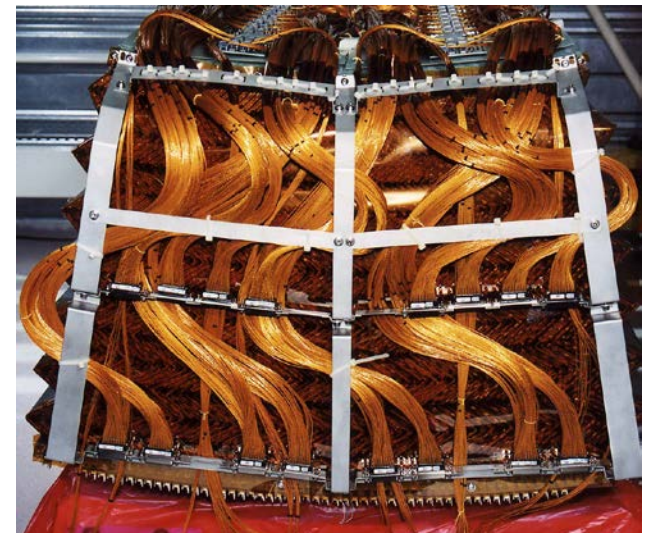
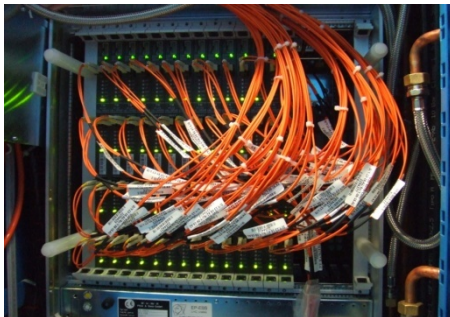
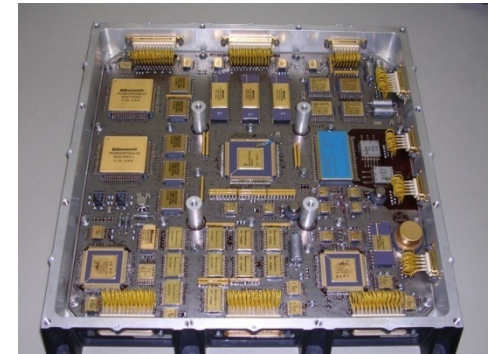
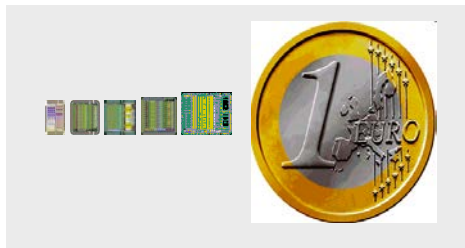
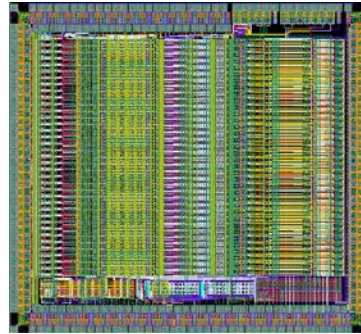
→ **XFEL** : <http://www.xfel.eu/>

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



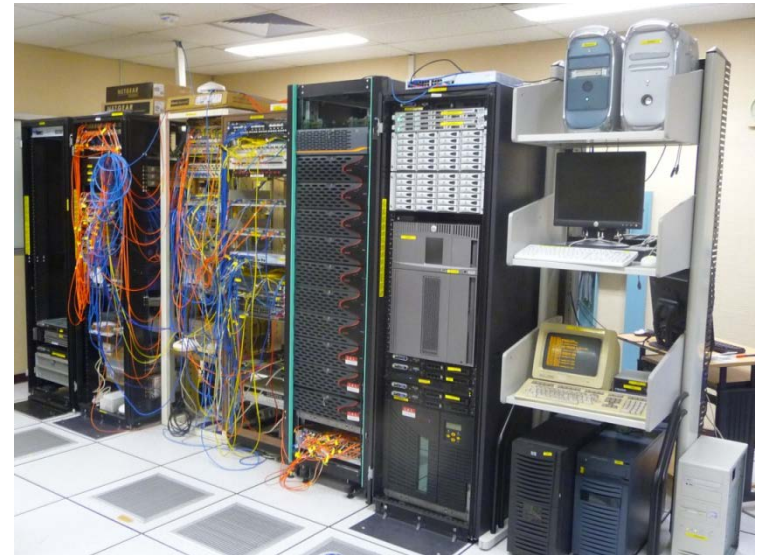
L'électronique au LAL

- 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

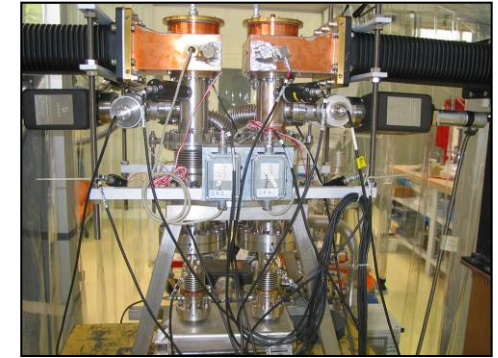
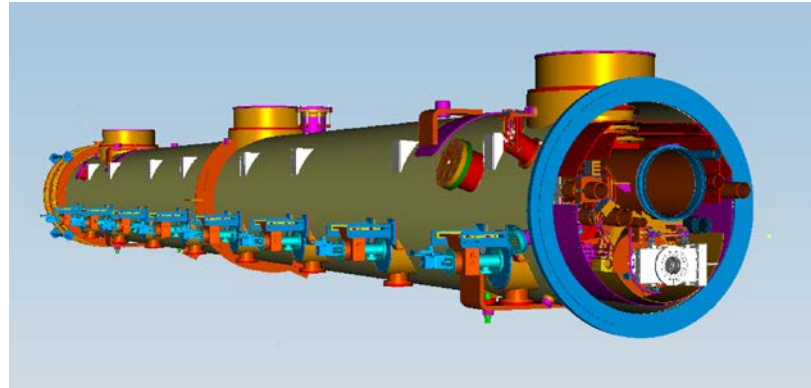


Informatique : 2700 processeurs, 600 TB de stockage

La mécanique au LAL

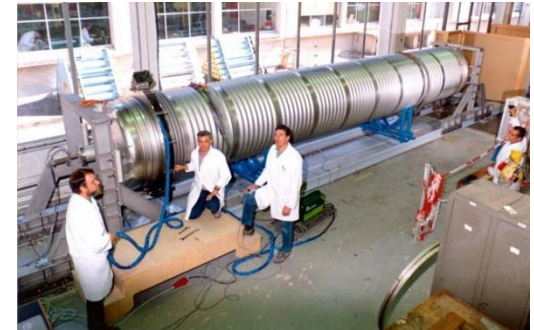
- **Conception**

- Études
- Calculs
- Ingénierie



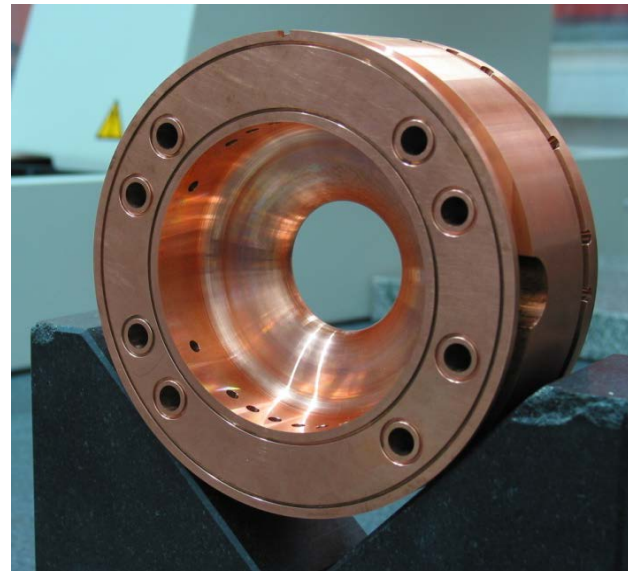
- **Réalisation**

- Assemblage
- Montage



- **Evaluation**

- Qualification
- Tests, essais
- Contrôles



- **Techniques du vide**

- **Chaudronnerie**

- Soudage
- Brasage



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>

BACKUP MATERIAL

Le LAL & la communication

- **Visites grand public** et de **scolaires** sur demande
<http://indico2.lal.in2p3.fr/indico/categoryDisplay.py?categId=123>
- Participation chaque année aux **Masterclasses** du **CERN**
<http://www.physicsmasterclasses.org/index.php?cat=country&page=fr>
- La revue de vulgarisation « **Élémentaire** »
<http://elementaire.web.lal.in2p3.fr>
- Le « **Passeport pour les 2 Infinis** »
<http://www.passeport2i.fr>
- **Sciences-ACO**
<http://www.sciencesaco.fr>
- **L'affiche des composants élémentaires** de la matière
<http://quarks.lal.in2p3.fr/afficheComposants/index.html>

La revue Élémentaire

- **Revue de vulgarisation** (2003-2010)
format A4, ≥ 64 pages, en couleur
- **Cible** : grand public avec une formation scientifique niveau secondaire
- **Fil rouge** : le LHC
- **De nombreux sujets abordés** :
 - Grandes questions scientifiques
 - Articles théoriques
 - Perspectives historiques
 - Développements technologiques
 - Retombées
- **8 numéros publiés**
→ 1 thème central pour chaque numéro
- Tous disponibles sur le site de la revue



Le passeport pour les 2 infinis

- Un livre **réversible** de 192 pages couleur (Dunod)
 - Côté **pile** : **vers l'infiniment petit**
 - Côté **face** : **vers l'infiniment grand**
- **Courts articles** (2 pages)
 - **Principales notions du domaine**
 - **Description des grandes expériences actuelles** (Planck, **LHC**, etc.)
 - Quelques fiches plus appliquées + un **glossaire** fourni pour conclure chaque partie
- **Plus de cinquante contributeurs** du CNRS, du CEA et de l'Université
- **Comité de rédaction de sept chercheurs et ingénieurs**
- **Livre disponible gratuitement pour les enseignants du secondaire et du supérieur**
→ **Site web** : <http://www.passeport2i.fr>
- **Fiches pédagogiques** élaborées par des professeurs à partir d'articles du livre
- **Rencontres** avec des enseignants et le grand public
- **DVD** en projet
- **Forum, tutorat, salle virtuelle sur 2nd life**, etc.

