

Présentation du Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire (LAL)

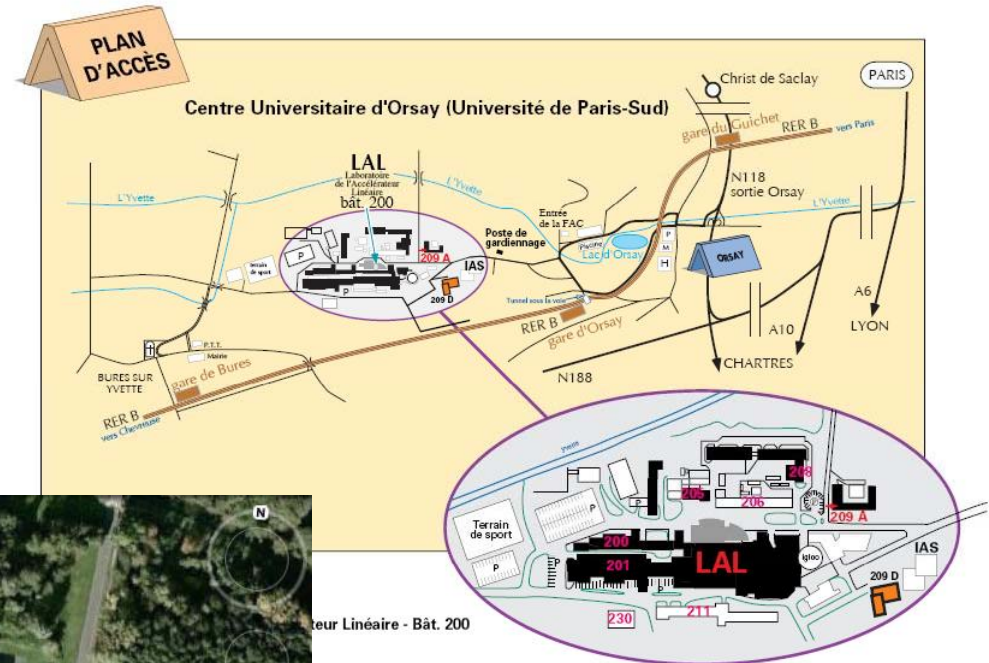
Février 2011 – Nicolas Arnaud

- Le **LAL** : un grand laboratoire de recherche publique
- Le domaine de recherche du LAL
- Un laboratoire « **cinquantenaire** »
- Activités
→ **Expériences actuelles, projets futurs**
- Un laboratoire **constructeur**
→ **Activités accélérateurs, services techniques & administratifs**



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/>



- Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire : **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.

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

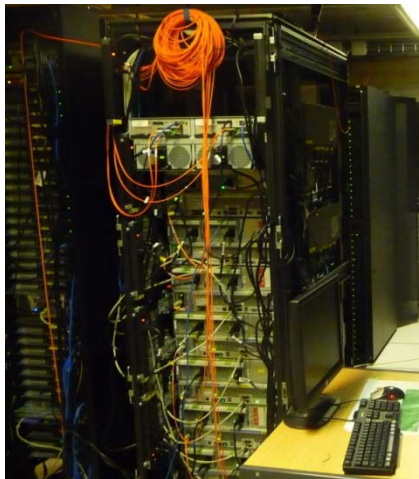
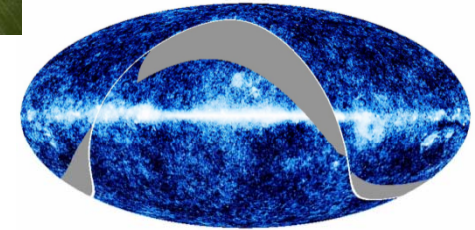


Présentation générale

- Le plus grand laboratoire de l'IN2P3/CNRS consacré à la **physique des particules** et à la **cosmologie** :
 - ~120 chercheurs (70% / 30%) répartis en une douzaine de groupes
 - ~200 ingénieurs et techniciens
 - Budget annuel hors salaires : 9 millions d'€
- Implication dans des **expériences sur plusieurs continents** : Europe, Etats-Unis, Argentine, Japon et même... dans l'espace
- **Six 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

Il existe des PARTICULES ASSOCIÉES aux interactions fondamentales permettant leur propagation.

	1 ^{re} famille	2 ^e famille	3 ^e famille
LEPTONS	e neutrino électronique	μ neutrino muonique	τ neutrino taupique
QUARKS	u neutrino up	c neutrino charmé	t neutrino top
	d neutrino down	s neutrino étrange	b neutrino bottom

Les interactions fondamentales

- Gravitation**
Attraction universelle, gravitons, photons.
- Interaction faible**
Désintégration radioactive, Z^0 , W^+ , W^- .
- Interaction électromagnétique**
Distances moyennes, photons de l'atome et du cristal, électrons, photons.
- Interaction forte**
Colonne des protons et des neutrons, gluons.

LEPTONS
S'associent en 3 familles. Au sein de chaque famille, les leptons interagissent entre eux par l'interaction faible.

QUARKS
S'associent en 3 familles. Au sein de chaque famille, les quarks interagissent entre eux par l'interaction forte.

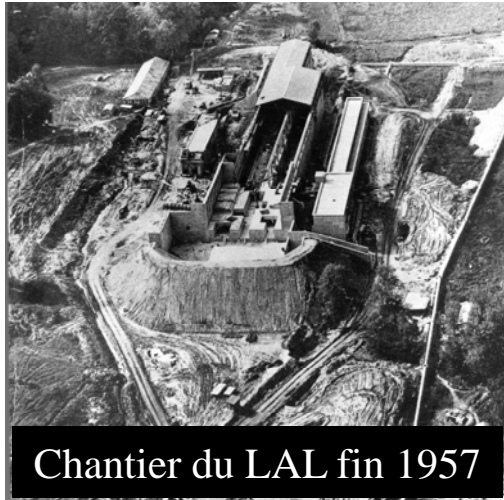
APRÈS LE BIG-BANG
À l'échelle des particules, le temps est mesuré en secondes. Le temps est mesuré en milliards d'années à l'échelle de l'Univers.

LES FORCES FONDAMENTALES
Les forces fondamentales sont responsables de la structure de la matière et de son évolution. Elles sont responsables de la formation de la matière et de son évolution.

LES PARTICULES ASSOCIÉES
Les particules associées sont responsables de la propagation des interactions fondamentales. Elles sont responsables de la formation de la matière et de son évolution.

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

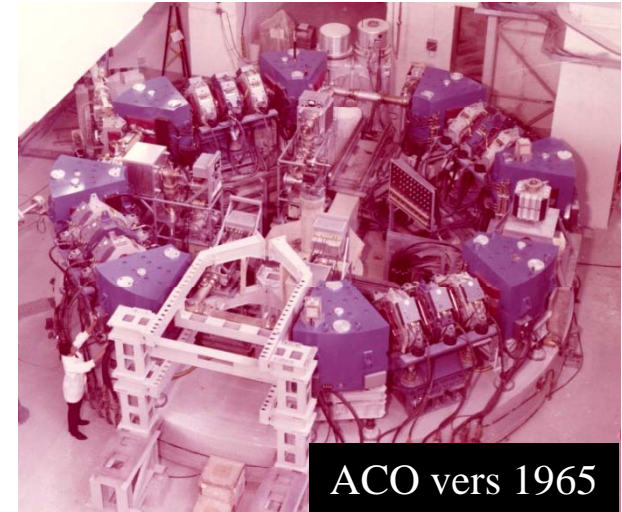
1956 – 2010 : survol de l'histoire du LAL



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



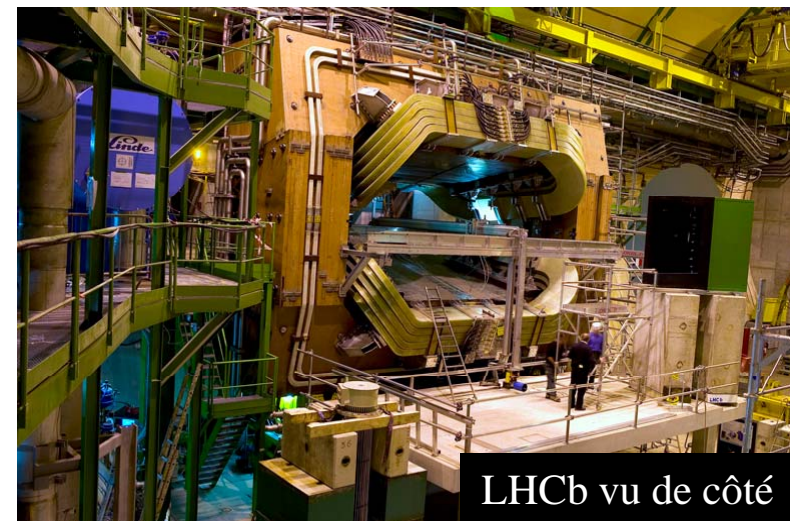
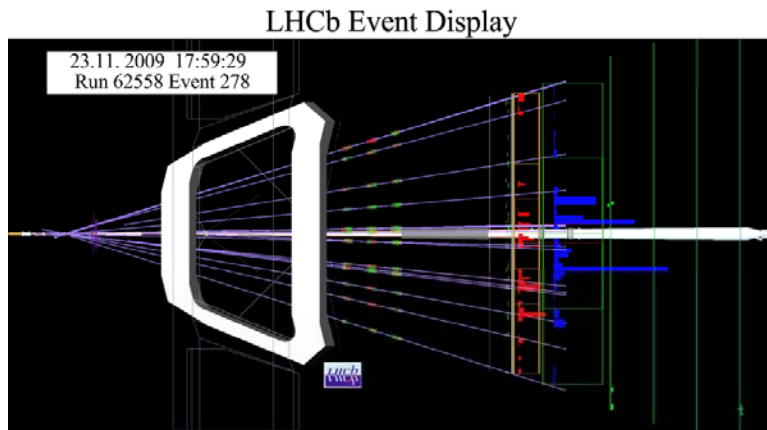
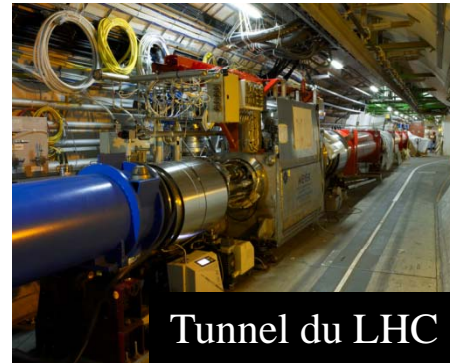
Le site du LAL en 1981

ACO aujourd'hui : un musée
& un monument historique



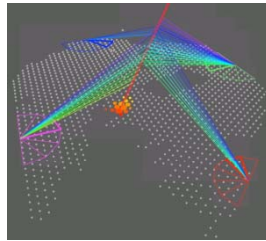
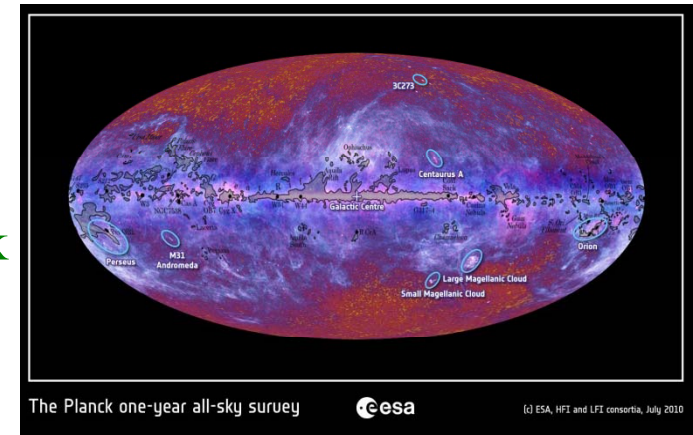
Physique expérimentale au LAL

- **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**

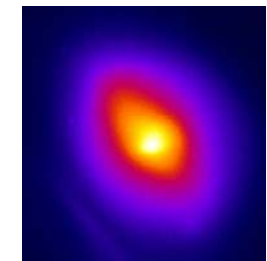
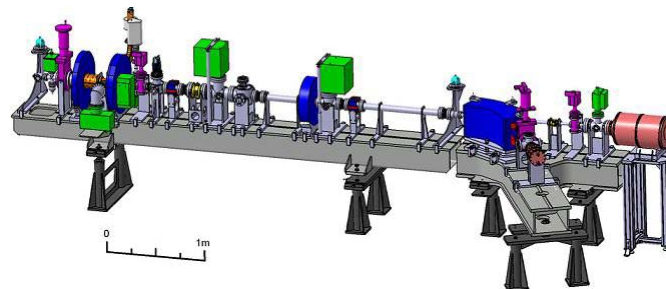


Autres projets

- Première incursion dans le spatial : le satellite **Planck**
→ Premiers résultats : <http://www.planck2011.fr/>
- Expériences sur accélérateurs : **BaBar**, **DØ**, **H1**
- Observatoire **Auger** pour les rayons cosmiques de très haute énergie

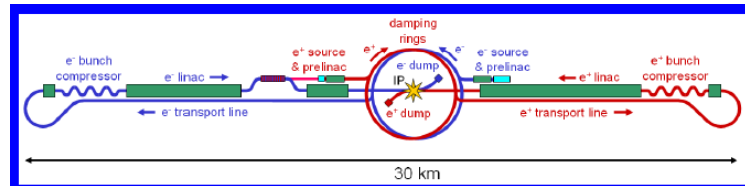


- Etude du neutrino électronique par les détecteurs successifs **NEMO**
- Recherche directe des ondes gravitationnelles par l'interféromètre **Virgo**
- Accélérateurs : **XFEL** en Allemagne, **PHIL** au LAL, **ATF/ATF2** au Japon

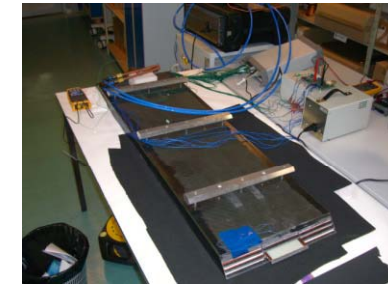
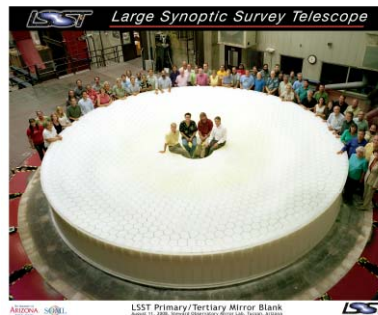
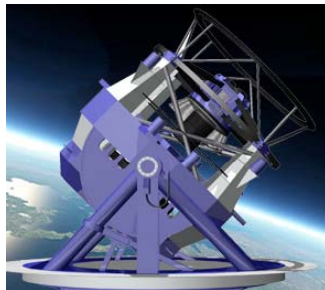


Implications dans les projets du futur

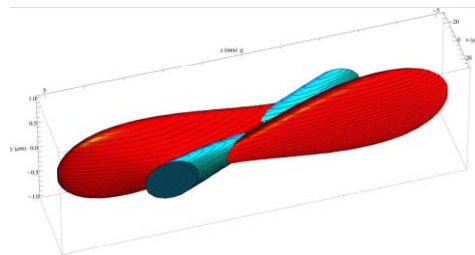
- Prochaine génération de collisionneurs électrons – positrons de haute énergie
→ Projets **ILC** et **Clic**



- 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.

Activités accélérateur au LAL

- **Développements technologiques novateurs**

- **Conception** d'instruments

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

- **Participation au fonctionnement** d'accélérateurs existants

- **Simulations informatiques**

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

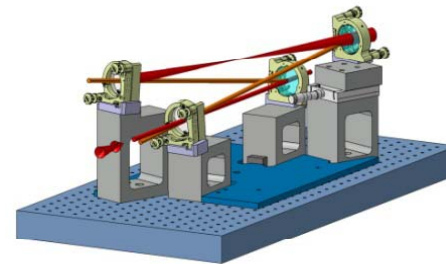
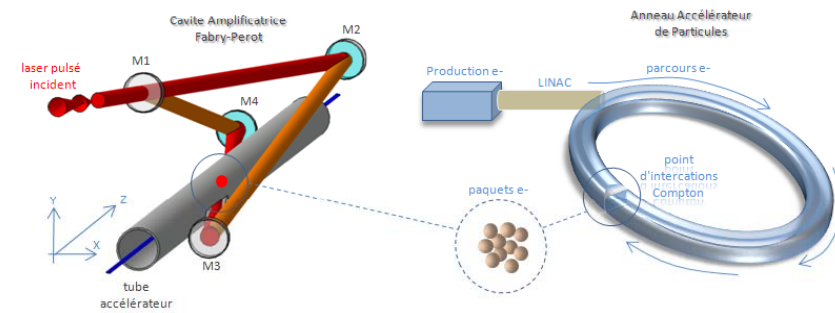
- **Activités de recherche-développement**

- **Contrats avec des industriels**

→ **XFEL** : <http://www.xfel.eu/>

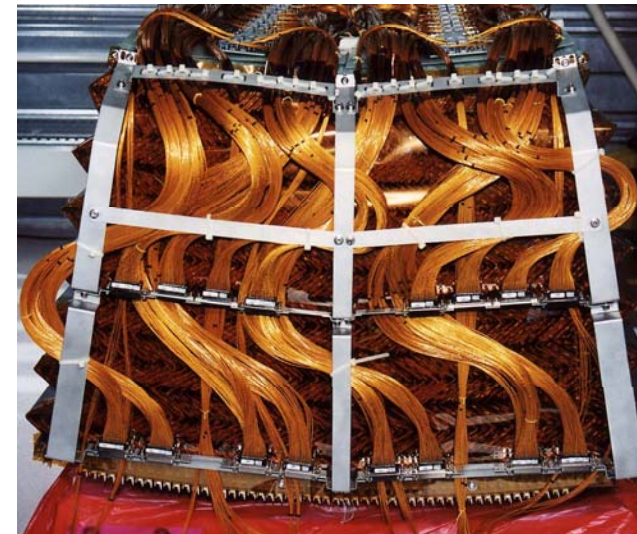
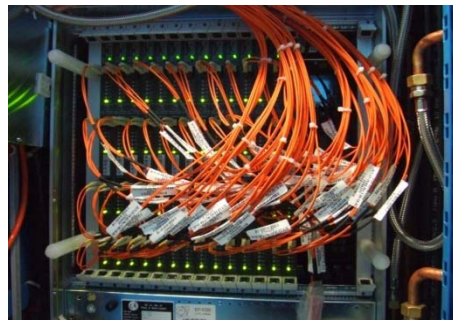
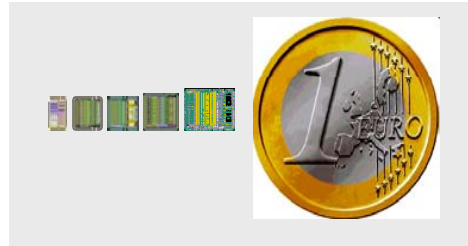
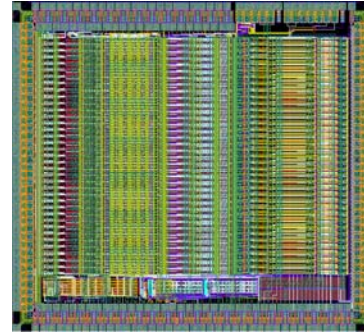
- Grand éventail de projets allant de la **physique fondamentale** à la **physique appliquée**

⇒ **Coordination** des activités de physiciens et de tous les services techniques



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**



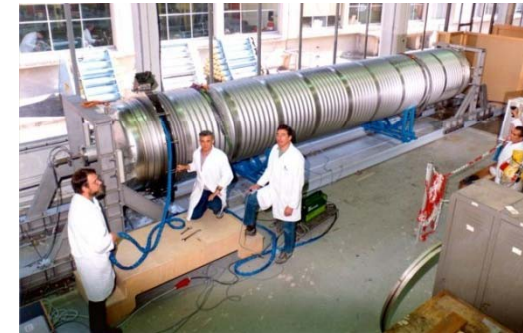
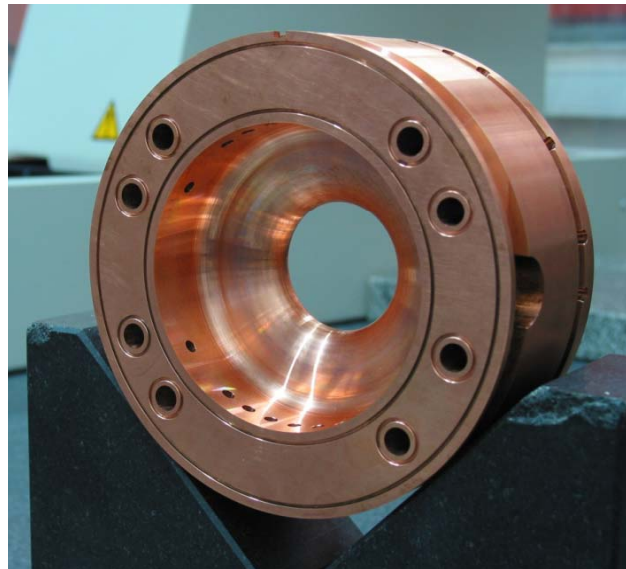
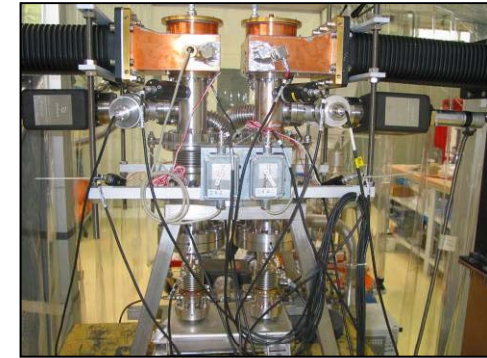
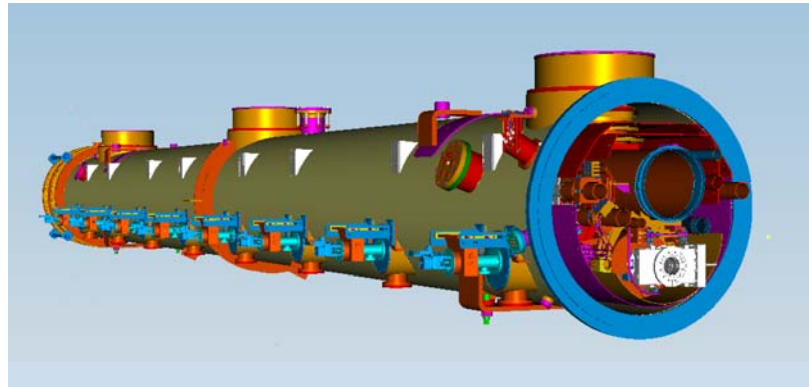
L'informatique au LAL

- **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



La mécanique au LAL

- **Conception**
 - Études
 - Calculs
 - Ingénierie
- **Réalisation**
 - Assemblage
 - Montage
- **Evaluation**
 - Qualification
 - Tests, essais
 - Contrôles
- **Techniques du vide**
- **Chaudronnerie**
 - Soudage
 - Brasage



Bonne visite !

Les services techniques & administratifs du LAL

- **5 Services techniques**

- Electronique
- Informatique
- Infrastructure, logistique et sécurité
- Développements et technologies en mécanique
- Études et réalisations accélérateurs

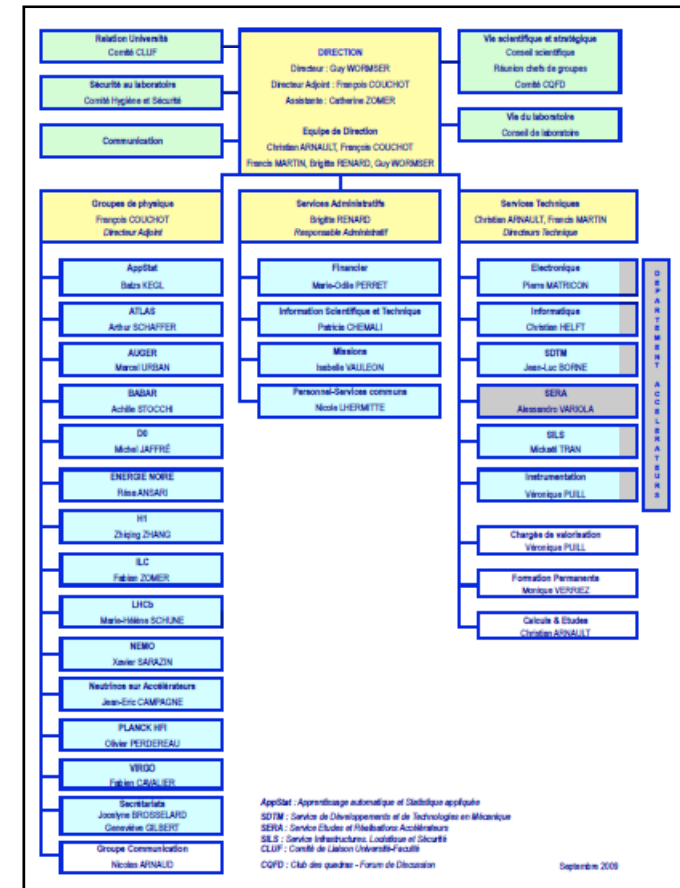
+ 1 département accélérateur transverse aux services

- **Des plateformes utilisées par d'autres laboratoires**

- Pôle de micro-électronique
- Projets PHIL et CALVA
- Grille de calcul GRIF
- Atelier de mécanique ; magasin

- **5 Services administratifs**

- Accueil et courrier
- Financier
- Missions
- Personnel
- Information scientifique et technique



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.**

