

# Le Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire (LAL)



Panorama des activités de vulgarisation

Conférence sur la physique des particules

Visite de l'Anneau de Collisions d'Orsay (ACO)



# Le Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire (LAL)



Panorama des activités de vulgarisation

Conférence sur la physique des particules

Visite de l'Anneau de Collisions d'Orsay (ACO)



# Présentation générale

- Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire (LAL) : <http://www.lal.in2p3.fr>
- Situé sur le campus de l'Université Paris Sud entre Orsay et Bures sur Yvette
- **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.



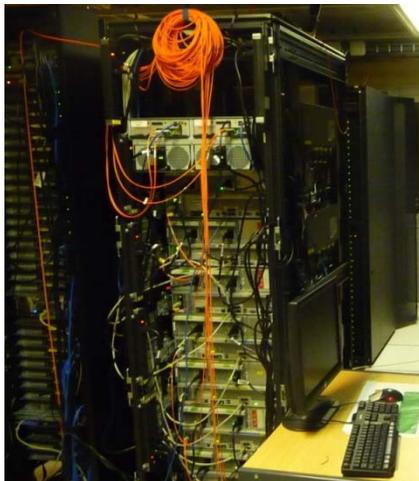
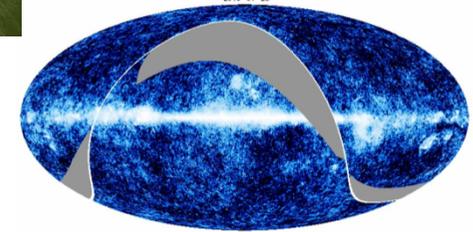
# Présentation générale

- 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

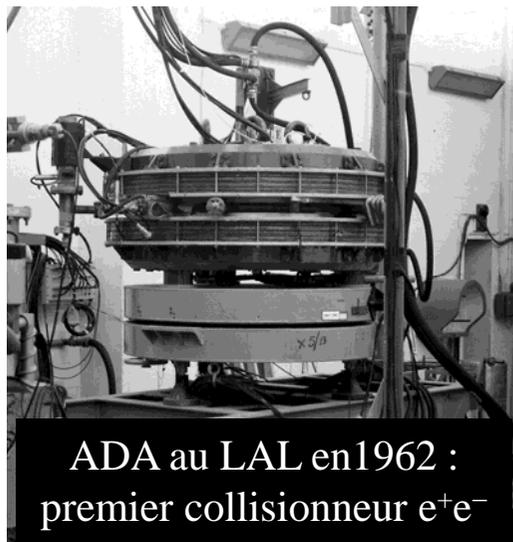
- Le plus grand laboratoire de l'IN2P3/CNRS consacré à la **physique des particules** et à la **cosmologie** :
  - ~120 chercheurs (70% / 30%) répartis en une douzaine de groupes
  - ~230 ingénieurs et techniciens
  - Budget annuel hors salaires : 9 millions d'€
- Implication dans des **expériences sur plusieurs continents** : Europe, Etats-Unis, Argentine, Japon et même... dans l'espace
- **Des services techniques, un département accélérateur**



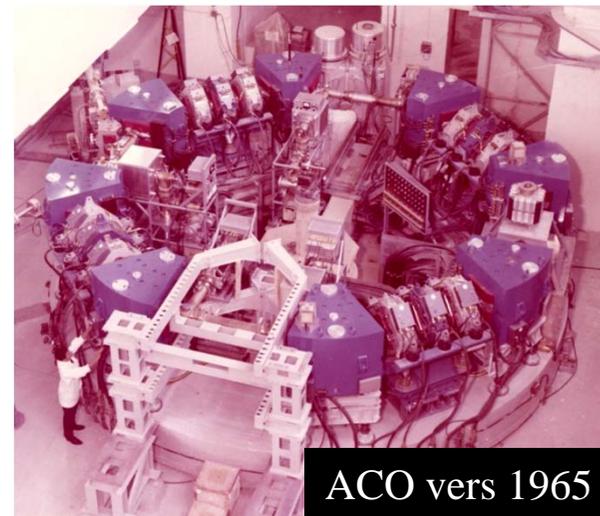
# 1956 – 2010 : survol de l'histoire du LAL



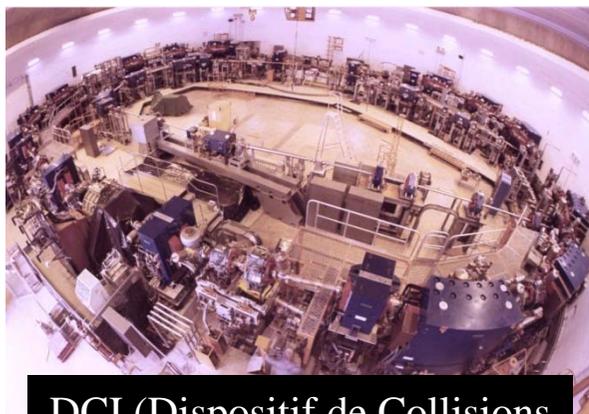
Chantier du LAL fin 1957



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



# Le LAL en chiffres

## Laboratoire fondé en 1956

**124 Chercheurs**  
49 Chercheurs CNRS  
11 Enseignants-Chercheurs  
12 Chercheurs émérites  
32 Thésards  
20 Post-doctorants

**Personnel**  
57 Ingénieurs de Recherche  
26 Ingénieurs d'Études  
65 Techniciens  
35 Assistants Ingénieurs  
43 CDD

**350 Agents**  
200 Formations suivies par an

**Moyens**  
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  
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  
70 Stages de Licence et Master par an  
Sciences ACO

**Transmission du savoir**  
1 Salle dédiée à l'enseignement informatique  
40 Agents impliqués dans l'enseignement  
Revue Élémentaire - Passeport pour les deux infinis  
Salle de Musée

# 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**

Les interactions fondamentales

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

	1 <sup>re</sup> famille	2 <sup>e</sup> famille	3 <sup>e</sup> famille
<b>LEPTONS</b>	e électron masse 0,511 MeV	μ muon masse 105,7 MeV	τ tauon masse 1,777 MeV
	ν <sub>e</sub> neutrino électronique masse 0	ν <sub>μ</sub> neutrino muonique masse 0	ν <sub>τ</sub> neutrino tauique masse 0
<b>QUARKS</b>	u up masse 2,3 MeV	c charm masse 1,31 MeV	t top masse 173,1 MeV
	d down masse 4,7 MeV	s strange masse 96 MeV	b bottom masse 4,18 MeV

**Gravitation**  
Attraction universelle, gravitons, photons.  
GRAVITON ?

**Interaction faible**  
Désintégrations radioactives.  
Z<sup>0</sup>, W<sup>+</sup>, W<sup>-</sup>

**Interaction électromagnétique**  
Électrons, positrons, photons de l'atome et du cristal, photons.  
PHOTON

**Interaction forte**  
Collisions des protons et des neutrons.  
GLUON

**10<sup>26</sup> m** TERRE

**1 m** OBJET

**10<sup>-8</sup> m** CRISTAL

**10<sup>-10</sup> m** ATOME

**10<sup>-14</sup> m** NOYAU ATOMIQUE

**10<sup>-16</sup> m** PROTON

**10<sup>-17</sup> m** NEUTRON

**APTICATÈRE**

À l'échelle des particules, les interactions sont gouvernées par les forces fondamentales. Les quarks interagissent par les interactions fortes, les leptons par les interactions électromagnétiques et faibles.

Le LAL est un laboratoire de physique des particules qui étudie les constituants de la matière et les forces qui les gouvernent.

Le LAL est un laboratoire de physique des particules qui étudie les constituants de la matière et les forces qui les gouvernent.

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

# Le Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire (LAL)



## Panorama des activités de vulgarisation

Conférence sur la physique des particules

Visite de l'Anneau de Collisions d'Orsay (ACO)



# Education et vulgarisation à l'IN2P3 et au LAL

- Des pages web de l'IN2P3-CNRS : l'Ecole des deux infinis  
[http://www.in2p3.fr/physique\\_pour\\_tous/alycee/introduction.htm](http://www.in2p3.fr/physique_pour_tous/alycee/introduction.htm)  
[http://www.in2p3.fr/physique\\_pour\\_tous/alycee/media/ecole2infinis.pdf](http://www.in2p3.fr/physique_pour_tous/alycee/media/ecole2infinis.pdf)
- L'affiche des composants élémentaires de la matière  
<http://quarks.lal.in2p3.fr/afficheComposants/index.html>
- La revue de vulgarisation «Élémentaire»  
<http://elementaire.web.lal.in2p3.fr/>  
→ Nouveau projet : le « Quark poker »
- Le « Passeport pour les 2 Infinis »  
<http://www.passeport2i.fr/>
- Le site LHC-France  
<http://www.lhc-france.fr/>
- Etc.



# 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 2<sup>nd</sup> life**, etc.



# La revue Élémentaire

- **Revue de vulgarisation** (2003-2010)  
format A4,  $\geq 64$  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

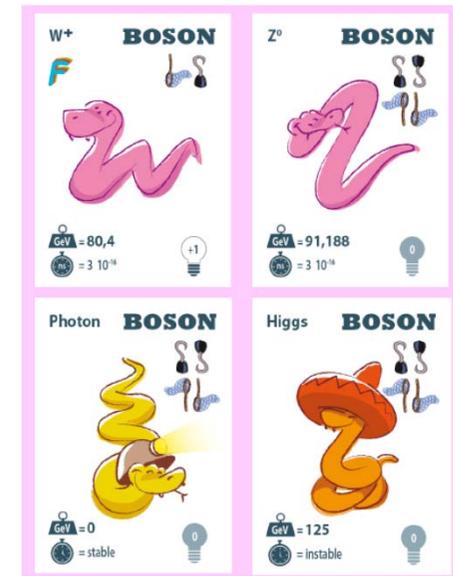




# Le Quark poker



- Où comment découvrir les particules élémentaires et leurs interactions de manière ludique : en jouant aux cartes et en s'amusant
- Le quark poker
  - 64 cartes représentant chacune une particule élémentaire
  - Des règles basées sur les lois de la physique
  - Plusieurs jeux possibles : 7 familles, poker, collisions
- Livre d'accompagnement
  - Passerelle entre les cartes et la physique
  - Complément au jeu
  - Peut se lire indépendamment
- Projet en cours de développement
  - Sortie à la rentrée 2013 !?
- Démonstration et test dans des classes de lycée
  - Contact : [elementaire@lal.in2p3.fr](mailto:elementaire@lal.in2p3.fr)



# L'Ecole des Deux Infinis



Les conférences dans les lycées (Népal\*) constituent avant tout une rencontre privilégiée entre les jeunes et les physiciens de l'IN2P3 et du CERN. L'occasion pour les lycéens:

- d'explorer la physique nucléaire, la physique des particules ou la cosmologie;
- de discuter ouvertement avec les chercheurs ou ingénieurs de la recherche et ses métiers.

Elles peuvent être éventuellement complétées par une visite dans un laboratoire de l'Institut.

Les conférences Népal ont reçu l'aval de la Direction des lycées et collèges et du doyen de physique-chimie de l'inspection générale, ainsi que le soutien de l'Union des professeurs de physique et de chimie (UdPPC), anciennement Union des physiciens (UDF).



Cosmos à l'école :  
pluie de rayons cosmiques sur les lycées!

À tout instant la Terre est bombardée par des particules en provenance de l'Univers. Étudier ces particules au lycée, c'est possible!

Fruit d'un partenariat entre le dispositif ministériel *Sciences à l'école* et l'IN2P3, l'opération *Cosmos à l'école* permet l'étude des rayons cosmiques grâce à des détecteurs mis à disposition dans les lycées.

Chaque lycée participant reçoit par ailleurs le parrainage d'un chercheur de l'IN2P3 et un accompagnement pédagogique par le réseau de *Sciences à l'école*.

Des cahiers pédagogiques et de ressources sont disponibles sur le site de *Sciences à l'école*:  
[www.sciencesalecole.org](http://www.sciencesalecole.org)

Masterclasses :  
chercheurs d'un jour

En quoi consiste le quotidien d'un physicien travaillant sur une expérience du LHC, l'accélérateur de particules le plus puissant au monde?

Faire partager à des lycéens pendant une journée la vie de chercheur en physique des particules et les initier aux méthodes de travail des grandes collaborations internationales, tel est l'objectif des *Masterclasses*.

Les sessions se déroulent au sein d'un laboratoire de l'IN2P3. Au programme : un cours d'introduction à la physique des particules, l'analyse de données réelles produites au CERN à Genève puis la mise en commun des résultats des élèves avec ceux des classes d'autres pays grâce à une vidéoconférence animée depuis le CERN. Les résultats finaux sont confrontés à ceux des physiciens.

Les *Masterclasses* sont pilotées au niveau européen par le CERN et le réseau Eppog. Elles sont coordonnées en France par l'IN2P3. Actuellement, 90 instituts de 15 pays participent à ce projet.  
[www.physicsmasterclasses.org](http://www.physicsmasterclasses.org)



## Labos ouverts : au cœur de la science

C'est ici l'occasion de découvrir les lieux où se « fait » la science: les élèves pourront rencontrer les chercheurs, les ingénieurs ou les techniciens de l'IN2P3 qui travaillent auprès des accélérateurs, sur des projets spatiaux, des expériences sous-marines, dans des laboratoires souterrains...

Derrière ces expériences et instruments hors-norme, les recherches portent aussi bien sur les particules les plus élémentaires que sur la matière noire, les neutrinos, les rayons cosmiques, l'énergie noire, la première lumière de l'Univers, les rayons cosmiques, les trous noirs...

\* « Noyaux et particules au lycée »



## Formations d'enseignants : dépasser les frontières

Depuis plusieurs années, le CERN organise chaque année, en partenariat avec l'IN2P3 et le dispositif *Sciences à l'école*, un stage de formation national destiné aux enseignants souhaitant développer des projets autour de la physique des particules. D'autres stages d'un à trois jours sont également mis en place par les laboratoires de l'IN2P3 sur tout le territoire et couvrent de nombreux thèmes: les particules élémentaires, le nucléaire et ses applications, les mystères de l'Univers...

## Passeport pour les deux infinis: un outil, un réseau



Construit autour d'un livre réversible qui dresse un panorama des sujets liés au monde des particules et de l'astrophysique, *Passaport pour les deux infinis* c'est:

- un outil pédagogique adapté aux programmes;
- un dispositif invitant les enseignants à développer avec leurs élèves des activités dans le domaine de la physique de l'infiniment petit ou de l'infiniment grand;
- l'opportunité pour les élèves de rencontrer des chercheurs, visiter de hauts lieux scientifiques et voyager dans l'univers des particules.

Au *Passaport pour les deux infinis* est associée une plate-forme d'échanges en ligne où les professeurs peuvent obtenir le livre gratuitement: [www.passeport2i.fr](http://www.passeport2i.fr)

\*CERN : Organisation européenne pour la recherche nucléaire

Conférences dans les lycées

Masterclasses

Visites de laboratoires

Cosmos à l'Ecole

Formations d'enseignants

Passeport pour les deux infinis

# Le Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire (LAL)



Panorama des activités de vulgarisation

**Conférence** sur la physique des particules

Visite de l'Anneau de Collisions d'Orsay (ACO)



