

Visite **entr'essonne** au
nos entreprises se révèlent

Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire

Février 2013

Nicolas Arnaud (narnaud@lal.in2p3.fr)

- Présentation du **LAL** :
un grand laboratoire de recherche publique
- **Communication** et **vulgarisation**
- Travailler au LAL
- Une conférence sur le **LHC**
- Présentation et 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** : Centre National de la Recherche Scientifique
→ Un organisme public de recherche : 32 000 personnes, budget de 3,4 milliards d'€
- **IN2P3** : Institut National de Physique Nucléaire et de Physique des Particules
→ 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

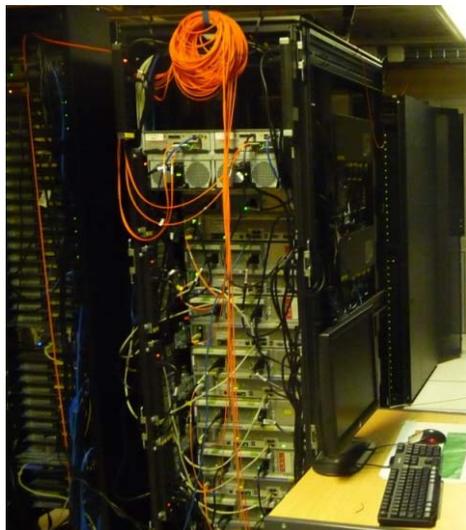
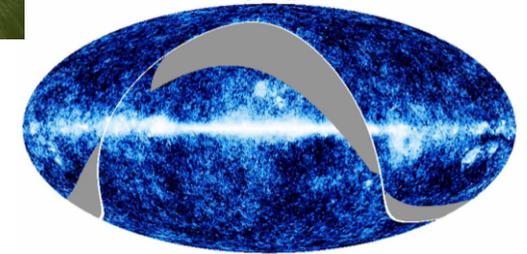


Présentation générale

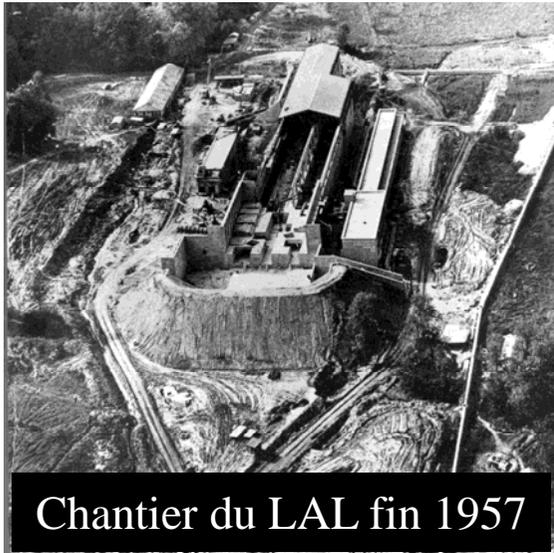
- Le plus grand laboratoire de l'IN2P3/CNRS consacré à la **physique des particules** et à la **cosmologie** :
 - ~120 chercheurs (70% / 30%) répartis en une douzaine de groupes
 - ~230 ingénieurs et techniciens
 - Budget annuel hors salaires : 9 millions d'€
- Implication dans des **expériences sur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



Planck scanning
2010-01-28



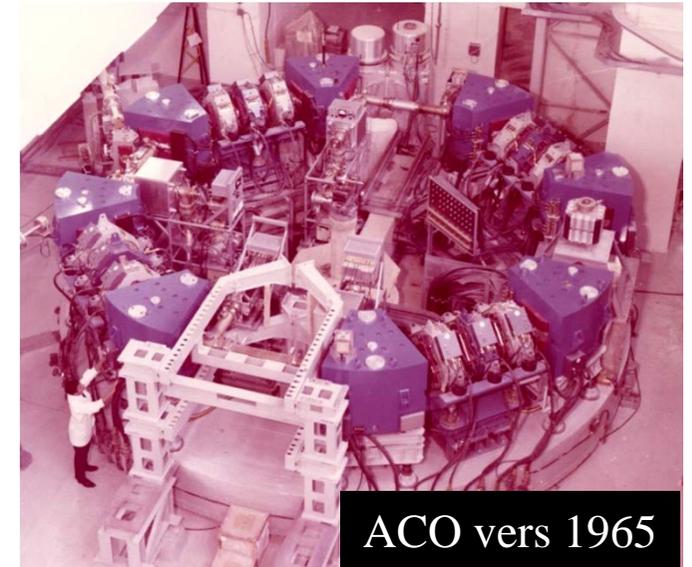
1956 – 2010 : survol de l'histoire du LAL



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

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

Personnel

57 Ingénieurs de Recherche
26 Ingénieurs d'Études
65 Techniciens
35 Assistants Ingénieurs
43 CDD
350 Agents
200 Formations suivies par an
226 ITA

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 - 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

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

	1 ^{re} famille	2 ^e famille	3 ^e famille
LEPTONS	e électron	μ muon	τ tauon
	ν _e neutrino électronique	ν _μ neutrino muonique	ν _τ neutrino tauique
QUARKS	u up	c charm	t top
	d down	s strange	b bottom

Les interactions fondamentales

Gravitation Attraction universelle, gravites, galaxies. GRAVITON ?
Interaction faible Désintégrations radioactives. Z ⁰ , W ⁺ , W ⁻
Interaction électromagnétique Électrons, magnétisme, photons de l'atome et du cristal, lumière. PHOTON
Interaction forte Collisions des protons et des neutrons. GLUON

Les 4 forces fondamentales sont responsables de l'évolution de l'univers et de la vie sur Terre.

Leur action est contrôlée par la production et l'annihilation de particules associées (bosons).

Leur action est contrôlée par la production et l'annihilation de particules associées (bosons).

Leur action est contrôlée par la production et l'annihilation de particules associées (bosons).

Leur action est contrôlée par la production et l'annihilation de particules associées (bosons).

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

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/aulycee/introduction.htm
http://www.in2p3.fr/physique_pour_tous/aulycee/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.



Les métiers du LAL

- Le LAL est un **gros laboratoire** à l'échelle du CNRS : **~ 350 personnes**
→ **Grande diversité des métiers**
- Le LAL est un **laboratoire constructeur**
→ **De très nombreux métiers techniques dans des domaines très divers**
- En particulier : **électronique & instrumentation, mécanique, informatique, technologie & physique des accélérateurs**
- **Plusieurs catégories de personnel**
 - **Chercheurs** (CNRS ou universitaires)
 - **Ingénieurs**
 - **Techniciens**
 - **Administratifs**

} **Personnel ITA**
- **Plusieurs statuts**
 - **Stagiaires**
 - **Etudiants en thèse** (« thésards »)
 - **Contrats à durée déterminée** : postdoctorats, etc.
 - **Fonctionnaires**
- **Recrutements sur concours**, **internes** ou **externes**

Les métiers du LAL

- Le LAL est un **gros laboratoire** à l'échelle du CNRS : **~ 350 personnes**
→ **Grande diversité des métiers**
- Le LAL est un **laboratoire constructeur**
→ **De très nombreux métiers techniques dans des domaines très divers**
- En particulier : **électronique & instrumentation, mécanique, informatique, technologie & physique des accélérateurs**
- **Plusieurs catégories de personnel**
 - **Chercheurs** (CNRS ou universitaires)
 - **Ingénieurs**
 - **Techniciens**
 - **Administratifs**

Personnel ITA
- **Plusieurs statuts**
 - **Stagiaires**
 - **Etudiants en thèse** (« thésards »)
 - **Contrats à durée déterminée** : postdoctorats, etc.
 - **Fonctionnaires**
- **Recrutements sur concours**, **internes** ou **externes**

Les stages

- Un bon moyen de **découvrir un labo**
- **Propositions sur les sites web**
- **Candidatures spontanées bienvenues**

Chercheur

- Recrutement à **bac + 8**
 - Licence + Master 1 ou CPGE + Grande Ecole
 - Master 2 spécialisé (par exemple **NPAC** à Orsay)
 - Thèse de doctorat de 3 ans
- **Concours national annuel pour le CNRS** – 307 recrutements en 2013
- **Concours locaux pour des postes universitaires**
- Nécessité de faire **un ou plusieurs postdoctorats entre la thèse et l'embauche**
- En général **de très nombreux candidats** (français et étrangers) **par poste**
- Deux grades principaux
 - **Chargé de recherche** / maître de conférence
 - **Directeur de recherche** / professeur
- Avancement
 - A l'ancienneté (un peu au mérite !?) à l'intérieur d'un grade
 - Concours interne pour changer de grade
- Site dédié du CNRS : <http://www.cnrs.fr/fr/travailler/chercheur.htm>

ITAs

- Métiers classés en « **Branches d'Activités Professionnelles** » (BAP) :



LES MISSIONS DES INGÉNIEURS, TECHNICIENS ET ADMINISTRATIFS

Le monde de la recherche n'est pas seulement constitué de chercheurs. Du préparateur de laboratoire au responsable administratif en passant par l'ingénieur de recherche en conception d'instruments scientifiques, toute une équipe participe aux projets à différents niveaux de la chaîne. Tous ces métiers sont regroupés en branches d'activités professionnelles (BAP) et appartiennent aux corps des ingénieurs ou techniciens accompagnant les chercheurs dans leurs activités de recherche.

Extrait du guide du candidat 2011 du CNRS

- **De nombreux corps**
 - Cf. transparents suivants
 - Recrutements à des niveaux de compétence et de rémunération très différents
- **Plus de 300 recrutements en 2012**
- **Recrutement direct** par les laboratoires pour des postes en CDD
- Site dédié au CNRS : <http://www.cnrs.fr/fr/travailler/it.htm>

Ingénieurs

INGÉNIEURS DE RECHERCHE (IR)

Le corps des ingénieurs de recherche est classé dans la catégorie A de la fonction publique et comporte trois grades :

- I Ingénieur de recherche de deuxième classe (IR2) ;
- I Ingénieur de recherche de première classe (IR1) ;
- I Ingénieur de recherche hors classe (IRHC).

Les ingénieurs de recherche du CNRS participent à la mise en œuvre des activités de recherche, de valorisation et de diffusion de l'information scientifique et technique. Ils orientent et coordonnent les diverses activités techniques et administratives qui concourent à la réalisation d'un programme de recherche. Ils peuvent être chargés de toutes les études et missions spéciales ou générales. À ce titre, ils peuvent se voir confier des

POUR L'ACCÈS AU CORPS DES INGÉNIEURS DE RECHERCHE (IR)

- I Doctorat d'État ;
- I Doctorat prévu à l'article L.612-7 du Code de l'éducation ;
- I Professeur agrégé des lycées ;
- I Docteur ingénieur ;
- I Docteur de troisième cycle ;
- I Diplôme d'ingénieur, délivré par une école nationale supérieure ou par une université ;
- I Diplôme d'ingénieur de grandes écoles de l'État ou des établissements assimilés, dont la liste est

Bac + 5 à Bac + 8

INGÉNIEURS D'ÉTUDES (IE)

Le corps des ingénieurs d'études est classé dans la catégorie A de la fonction publique et comporte trois grades :

- I Ingénieur d'études de deuxième classe (IE2) ;
- I Ingénieur d'études de première classe (IE1) ;
- I Ingénieur d'études hors classe (IEHC).

Les ingénieurs d'études concourent à l'élaboration, à la mise au point et au développement des techniques scientifiques nouvelles ainsi qu'à l'amélioration de leurs résultats. Ils ont une mission générale de valorisation des résultats de la recherche et de diffusion de l'information scientifique et technique.

POUR L'ACCÈS AU CORPS DES INGÉNIEURS D'ÉTUDES (IE)

- I Titres d'ingénieur reconnus par l'État autres que ceux exigés pour l'accès au corps des IR ;
- I Diplôme d'études approfondies ;
- I Diplôme d'études supérieures spécialisées ;
- I Maîtrise ;
- I Licence ;
- I Diplôme d'un institut d'études politiques ;
- I Diplôme de l'Institut national de langues et civilisations orientales ;
- I Diplôme de l'École pratique des hautes études ;

Bac + 3 à Bac + 5

ASSISTANTS INGÉNIEURS (AI)

Le corps des assistants ingénieurs est classé dans la catégorie A de la fonction publique et comporte un grade unique. Les assistants ingénieurs sont chargés de veiller à la préparation et au contrôle de l'exécution de toutes les opérations techniques réalisées dans les unités de recherche et services de recherche. Ils peuvent être chargés d'études spécifiques, de mise au point ou d'adaptation de techniques nouvelles. Ils ont une mission générale de valorisation des résultats de la recherche et de diffusion de l'information scientifique et technique. Ils peuvent, en outre, se voir confier des missions de coopération internationale, d'enseignement ou d'administration de la recherche. Ils peuvent participer à l'encadrement des personnels techniques et administratifs de l'unité de recherche ou du service auquel ils sont affectés (Article 93 du décret n° 83-1260 du 30 décembre 1983 modifié).

POUR L'ACCÈS AU CORPS DES ASSISTANTS INGÉNIEURS (AI)

- I Diplôme universitaire de technologie ;
- I Brevet de technicien supérieur ;
- I Diplôme d'études universitaires scientifiques et technologiques ;
- I Diplôme de niveau III.

Bac + 2 à Bac + 3

L'Ecole des Deux Infinis de l'IN2P3



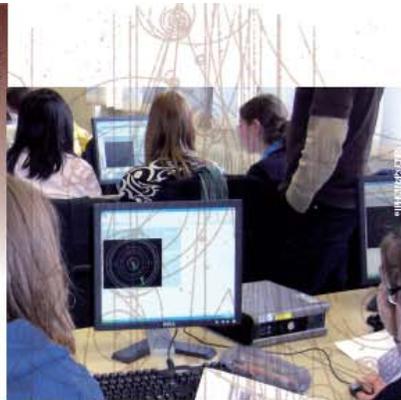
**Conférences dans les lycées:
la science en partage**

Les conférences dans les lycées (Nepal*) constituent avant tout une rencontre privilégiée entre les jeunes et les physiciens de l'IN2P3 et du CEA. 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 Nepal 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 (UDP).



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

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

**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



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, *Passeport 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 *Passeport pour les deux infinis* est associée une plate-forme d'échanges en ligne où les professeurs peuvent obtenir le livre gratuitement: www.passeport2i.fr

*Cern : Organisation européenne pour la recherche nucléaire

Conférences dans les lycées

Visites de laboratoires

Masterclasses

Cosmos à l'Ecole

Passeport pour les deux infinis

Formations d'enseignants

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.



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 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

