Actions pédagogiques du CNRS/IN2P3 vers les enseignants et leurs élèves

26 octobre 2017
French Teacher Programme – CERN

Nicolas Arnaud (narnaud@lal.in2p3.fr)
Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire (CNRS/IN2P3 & Université Paris-Sud)
European Gravitational Observatory (CNRS & INFN Consortium)

EGO EUROPEAN GRAVITATIONAL OBSERVATORY

Introduction

- L'Institut National de Physique Nucléaire et de Physique des Particules : IN2P3
- A l'école des deux infinis
  - Une initiative du CNRS/IN2P3 pour les professeurs et leurs élèves, les enseignant-chercheurs et leurs étudiants, le grand public
- Des ressources
  - Expositions (panneaux, 60 ans du CERN), affiche des composants élémentaires de la matière
  - Le Cosmodétecteur
  - La mallette COSMIX & le projet COSMAX
  - La mallette pédagogique Planck
  - Le site internet laradioactivite.com
  - Le musée Sciences ACO de la lumière et de la matière (Orsay)
  - La revue Elémentaire, le « Quark poker » et « Quark Clash »
  - Le petit livre « D'ici au Big Bang »
  - Des réalisations locales …

→ Il y en a pour (presque) tous les goûts !

- Collaborations entre scientifiques et spécialistes en communication/pédagogie
  - Vulgarisation rigoureuse

L'IN2P3

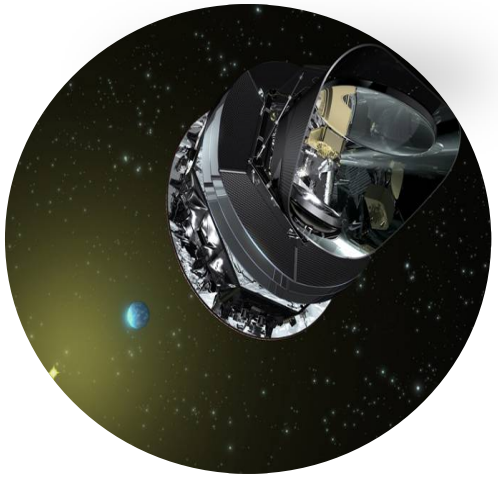
- Institut National de Physique Nucléaire et de Physique des Particules : IN2P3
  - L'un des dix instituts du CNRS
  - L'un des trois instituts nationaux
- Mission : promouvoir et fédérer la recherche en physique subatomique
- Coordonner des programmes de recherche pour le compte du CNRS et des universités
  - Partenariat avec le CEA IRFU
- Explorer les « deux infinis » : des particules élémentaires au cosmos
- Apporter compétence & expertise pour tisser des liens avec la société
  - Recherches interdisciplinaires, formation, valorisation
- Quelques chiffres : 25 laboratoires et plateformes
  40 grands projets internationaux
  2500 chercheurs, ingénieurs et techniciens CNRS
  40 M€ de budget annuel (hors salaires)

cnrs IN2P3 Les deux infinis

Thématiques de recherche de l'IN2P3

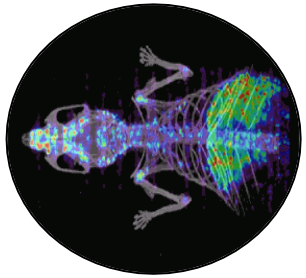
- Physique des particules
  - Composants ultimes et interactions fondamentales

- Physiques nucléaire et hadronique
  - Structure de la matière nucléaire



- Astroparticules et neutrinos
  - Composition et comportement de l'Univers

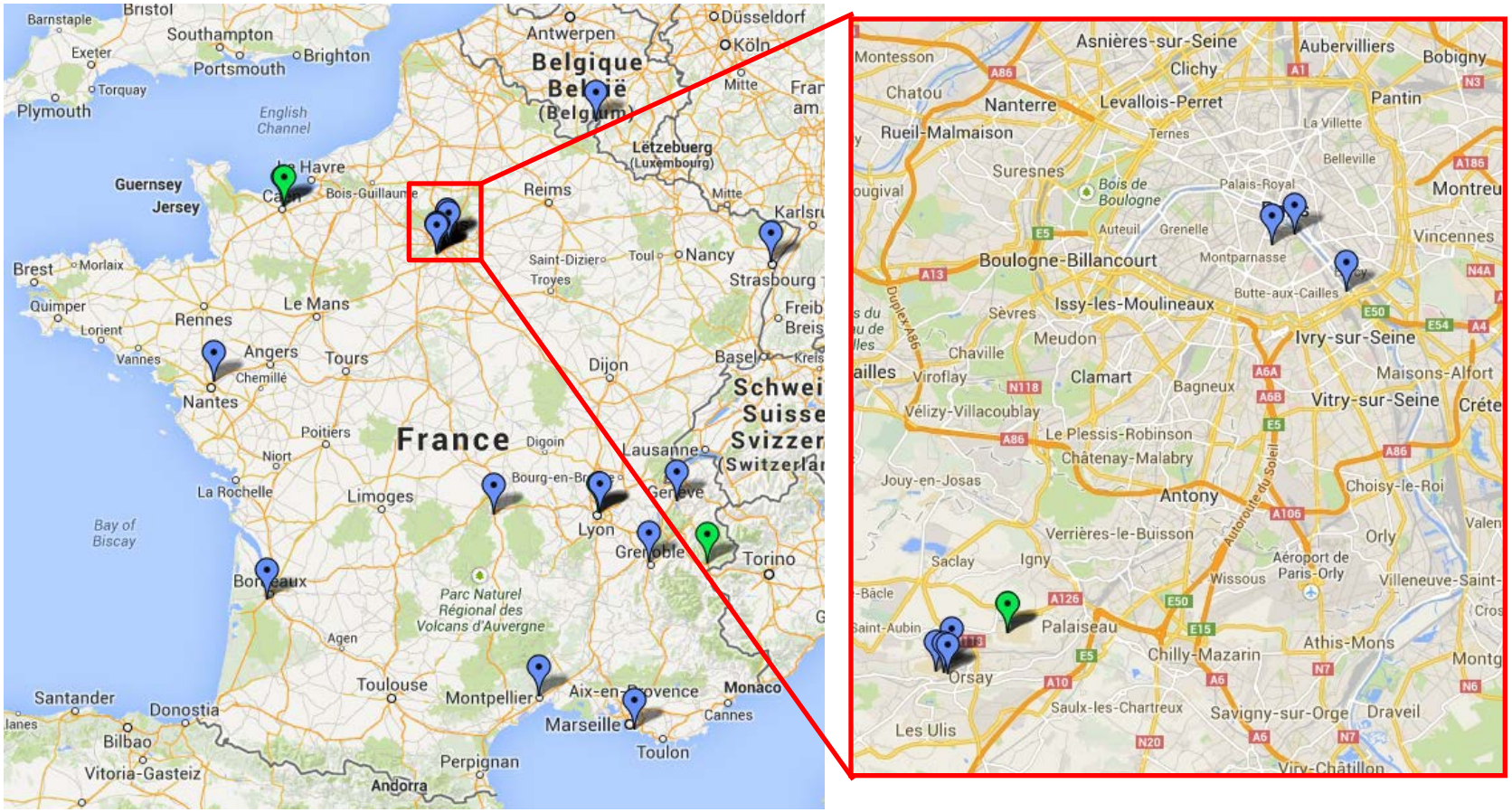
- Théorie
- Instrumentation
- Grilles de calcul
- R&D accélérateurs
- Aval du cycle électronucléaire et énergie nucléaire
- Applications médicales



IN2P3
Les deux infinis

Les laboratoires IN2P3

- Laboratoires
- Infrastructures et plateformes technologiques



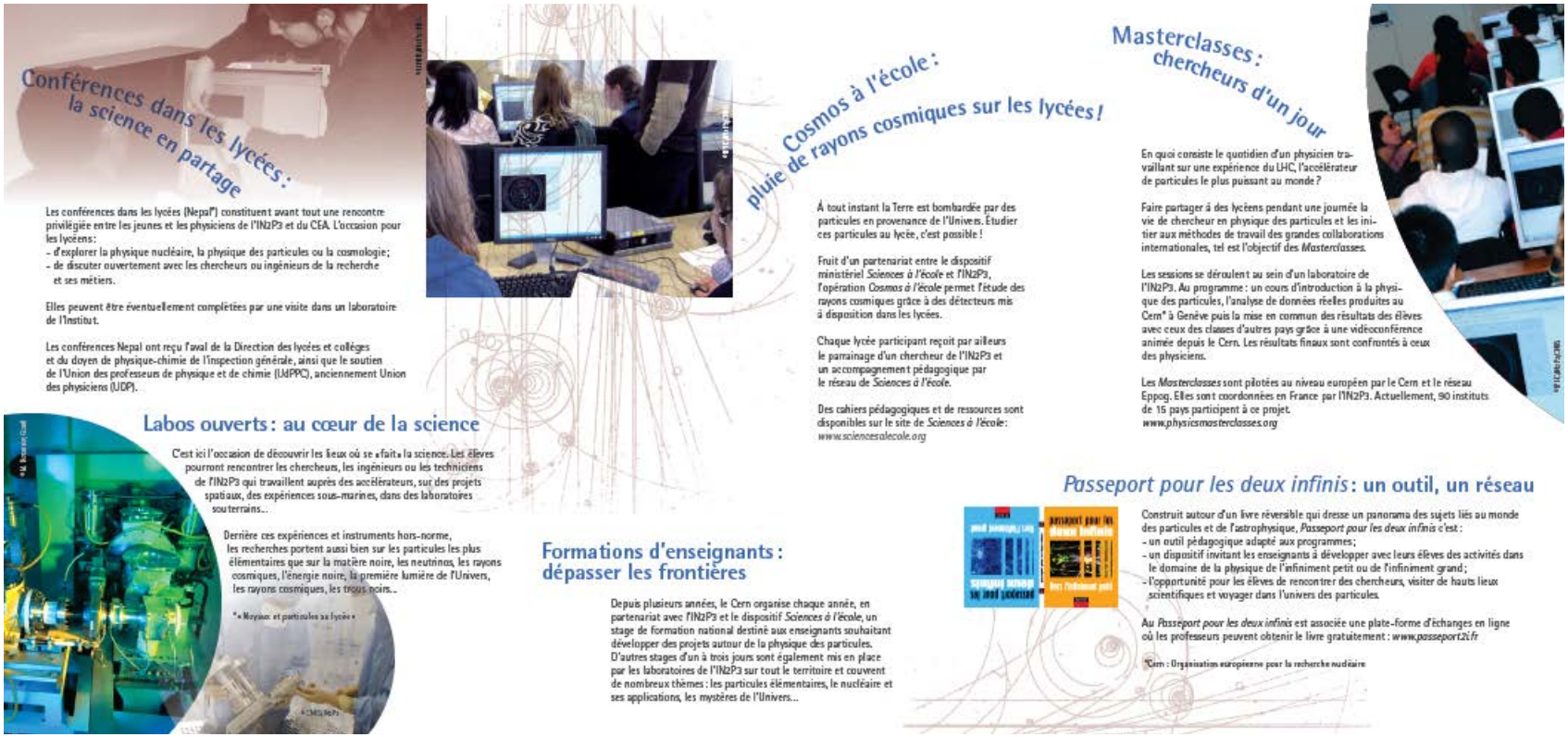
À l'École des deux infinis

- Point d'entrée sur le site de l'IN2P3 (http://www.in2p3.fr)
- Plaquette "À l'école des deux infinis" (2010)
- E-mail de contact : ecole2infinis@in2p3.fr

cnrs IN2P3 Les deux infinis

À l'École des deux infinis

- Point d'entrée sur le site de l'IN2P3 (http://www.in2p3.fr)
- Plaquette "À l'école des deux infinis" (2010)
- E-mail de contact : ecole2infinis@in2p3.fr



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).

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

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

cnrs IN2P3 Les deux infinis

À l'École des deux infinis

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).

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

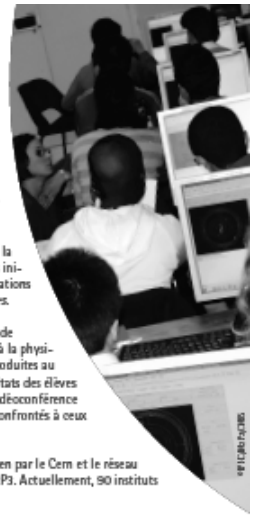
À tout instant la Terre est bombardée par des particules en provenance de l'Univers. Étudier ces particules au lycée, c'est possible !

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

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

cnrs IN2P3 Les deux infinis

Conférences dans les lycées

- Toutes les thématiques de l'IN2P3
  - Physique des particules
  - Physique nucléaire et hadronique
  - Astroparticules et neutrinos
  - Aval du cycle électronucléaire et énergie nucléaire
  - R&D accélérateurs
  - Grilles de calcul
- Où sont les labos IN2P3 ?
  - Région parisienne
  - Annecy, Bordeaux, Caen, Clermont-Ferrand, Grenoble, Lyon, Marseille, Nantes, Montpellier, Strasbourg

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).

- L'intervenant se déplace dans le lycée
- Il/elle s'adapte au niveau du public
- Complémentarité avec d'autres activités pédagogiques

À l'École des deux infinis

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).

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

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

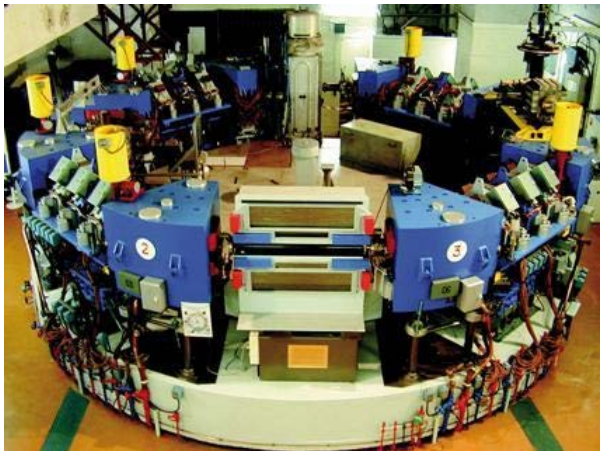
*Cern : Organisation européenne pour la recherche nucléaire

cnrs IN2P3 Les deux infinis

Visites de nos laboratoires

- Journées portes ouvertes : journées du patrimoine, Fête de la Science, etc.

- Visites « à la carte » sur demande
  - Conférence(s)
  - Expériences, ateliers
  - Eléments de muséographie
  - Patrimoine
  - Découverte des métiers de la recherche

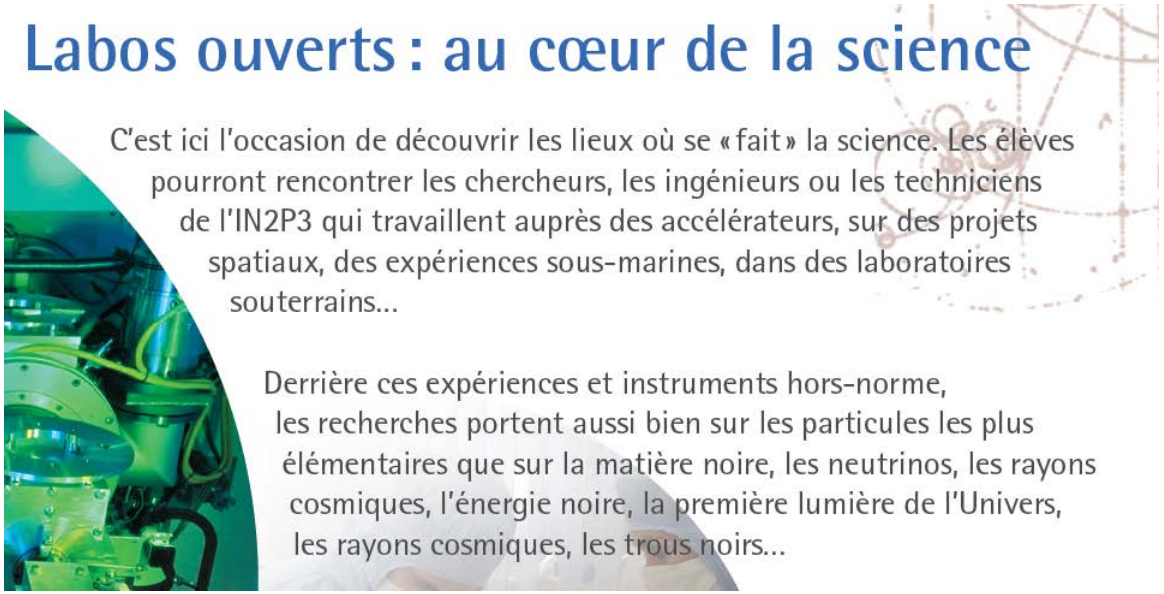


Sciences ACO, un ancien collisionneur e^+e^-, devenu un musée et un monument historique

- Masterclasses, etc.

- Science vivante
- Expériences actuelles

- Recherche publique !



cnrs IN2P3 Les deux infinis

À l'École des deux infinis

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).

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

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

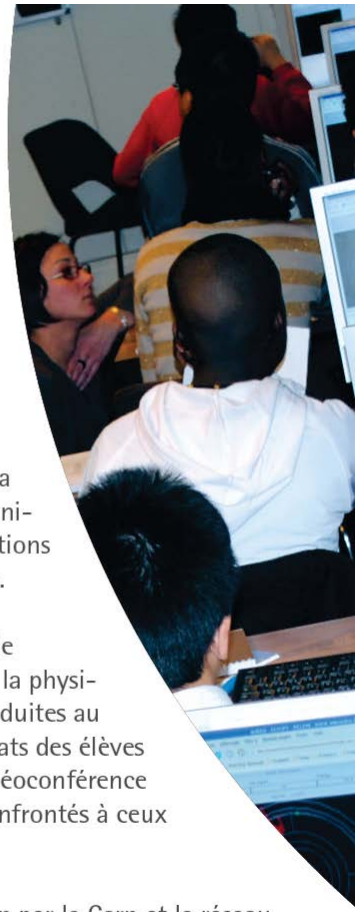
*Cern : Organisation européenne pour la recherche nucléaire

cnrs IN2P3 Les deux infinis

Masterclasses internationales

- Une journée en immersion dans un laboratoire de l'IN2P3 pour une classe
- Découverte du CERN et du LHC
- Réalisation d'une mesure sur de vraies données enregistrées au LHC
- Ouverture internationale : vidéoconférence en anglais (1 heure)
- Manifestation organisée chaque année sur 5-6 semaines vers la fin de l'hiver
- Voir toutes les sessions et programmes

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

- Site web central des Masterclasses

cnrs IN2P3 Les deux infinis

Masterclasses internationales

- Plaquette de présentation des Masterclasses

INTERNATIONAL MASTERCLASSES
hands on particle physics

International Particle Physics Outreach Group

Chiffres 2014

Masterclasses Internationales	En France
41 pays	
183 laboratoires	12 laboratoires
239 séances	34 séances
65 vidéoconférences dont 17 avec des classes françaises	
10500 participants	1600 participants

En résumé

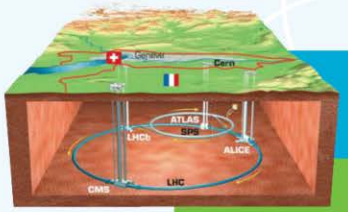
- **Public** : lycéens en section scientifique et leurs professeurs
- **Période** : fin février-début avril (4-5 semaines au total)
- **Horaire** : 9h–17h
- **Découverte de l'infiniment petit**, du CERN et du LHC
- **Organisation** : CNRS/IN2P3, Universités, CEA/Irfu

Contact : masterclassesfrance@in2p3.fr ou directement auprès d'un laboratoire participant.
Site web : http://www.physicsmasterclasses.org

LES PAYS PARTICIPANT AUX MASTERCLASSES (2014)

PHYSICIENS D'UN JOUR AU LHC

le programme « Masterclasses » pour lycéens scientifiques



Une journée dans un **laboratoire de recherche** CNRS/IN2P3, Universités, CEA/Irfu

Une plongée dans « **l'infiniment petit** » avec le collisionneur LHC au CERN

Une découverte de la **science actuelle**, des rencontres avec ses acteurs

Une opportunité de **participer** à une action pédagogique **internationale**

cnrs IN2P3 Les deux infinis

Masterclasses internationales

- Plaquette de présentation des Masterclasses

Les Masterclasses existent depuis 2005 et sont organisées dans plus de 40 pays. Des lycéens scientifiques passent une journée dans un laboratoire pour découvrir la physique des particules et le collisionneur LHC du CERN où le «boson de Higgs» a été découvert en 2012 par des expériences internationales.

Agenda type

Conférences
- « L'infiniment petit »
- Le CERN et le LHC
- Analyse des données

Séance de travaux pratiques (2h)
- Le coeur de la journée
- En binôme sur ordinateur
- Vraies données du LHC
- Mesures mises en commun
- Interprétation des résultats

Vidéoconférence
- En duplex avec le CERN
- Avec d'autres classes, françaises ou étrangères
- Et donc en anglais !

Selon les laboratoires
- Visite, débat ou discussion

Comment participer ?

- Inscription gratuite
- Contacter un laboratoire participant dès la rentrée de septembre
  - L'agenda des Masterclasses est bouclé à la Toussaint !
- Si possible sélectionner un groupe de lycéens motivés plutôt qu'une classe entière
  - Croissance de la demande
  - Capacités d'accueil limitées
  - Volonté de satisfaire le plus de lycées possible
- Préparation en amont de la session Masterclasse non obligatoire mais conseillée
  - Quelques heures au plus
  - Intervention d'un chercheur envisageable – sur demande et selon l'éloignement entre le lycée et le laboratoire hôte

LABORATOIRES PARTICIPANT AUX MASTERCLASSES

CNRS/IN2P3
Institut National de Physique Nucléaire et de Physique des Particules & Universités

CEA/Irfu
Institut de Recherche sur les lois Fondamentales de l'Univers

LES EXERCICES PORTENT SUR LES QUATRE EXPÉRIENCES PRINCIPALES DU LHC

ALICE · ATLAS EXPERIMENT · CMS · LHCb

ACQUIS PÉDAGOGIQUES DES MASTERCLASSES

- Physique vivante et passionnante
- Exemple de démarche scientifique
- Analyse de vrais événements
- Découverte des métiers de la recherche & des filières scientifiques universitaires
- Illustration de l'importance de l'anglais pour communiquer

cnrs IN2P3 Les deux infinis

À l'École des deux infinis

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).

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

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

cnrs IN2P3 Les deux infinis

Le Passeport pour les deux infinis

- Un livre réversible
  - Parcours vert : vers l'infiniment petit
  - Parcours bleu : vers l'infiniment grand
  - Disponible gratuitement pour les enseignants
  - 1ère édition en 2010 chez Dunod
  - Troisième édition sortie à la rentrée 2016

- Un site internet centralisant toutes les initiatives pédagogiques du projet
  - Journées de formation pour les enseignants
  - Réalisations de fiches pédagogiques par et pour des professeurs
  - Conférences virtuelles accessibles gratuitement en ligne
  - Visites de laboratoires

- Lettre électronique
  - 2700 abonnés

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*

cnrs IN2P3 Les deux infinis

Le Passeport pour les deux infinis

- Un livre réversible
  - Parcours vert : vers l'infiniment petit
  - Parcours bleu : vers l'infiniment grand
  - Disponible gratuitement pour les enseignants
  - 1ère édition en 2010 chez Dunod
  - Troisième édition sortie à la rentrée 2

- Un site internet centrali… du projet
  - Journées de for…
  - Réalisati… des professeurs
  - C… tement en ligne

- Le…
  - 25… ies

• Un seul livre gratuit (toutes éditions confondues) par enseignant
• Autre moyen de le diffuser : l'achat du livre (par votre CDI par ex.)
→ 100% des droits d'auteur sont réinvestis :
achat d'exemplaires à distribuer ou frais postaux

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*

cnrs IN2P3 Les deux infinis

À l'École des deux infinis

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).

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

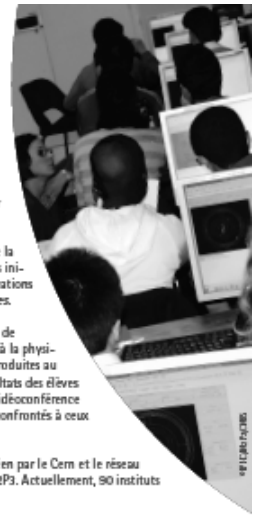
À tout instant la Terre est bombardée par des particules en provenance de l'Univers. Étudier ces particules au lycée, c'est possible !

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

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

cnrs IN2P3 Les deux infinis

Cosmos à l'Ecole

- En partenariat avec Sciences à l'Ecole
- Un vrai détecteur de rayons cosmiques dans votre établissement
- Formation de l'enseignant responsable
- Parrainage par un physicien
- L'enseignant utilise le détecteur dans son lycée et forme des collègues alentours
- Sélection sur dossier
  → Prérequis : stage IN2P3 au CERN

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.

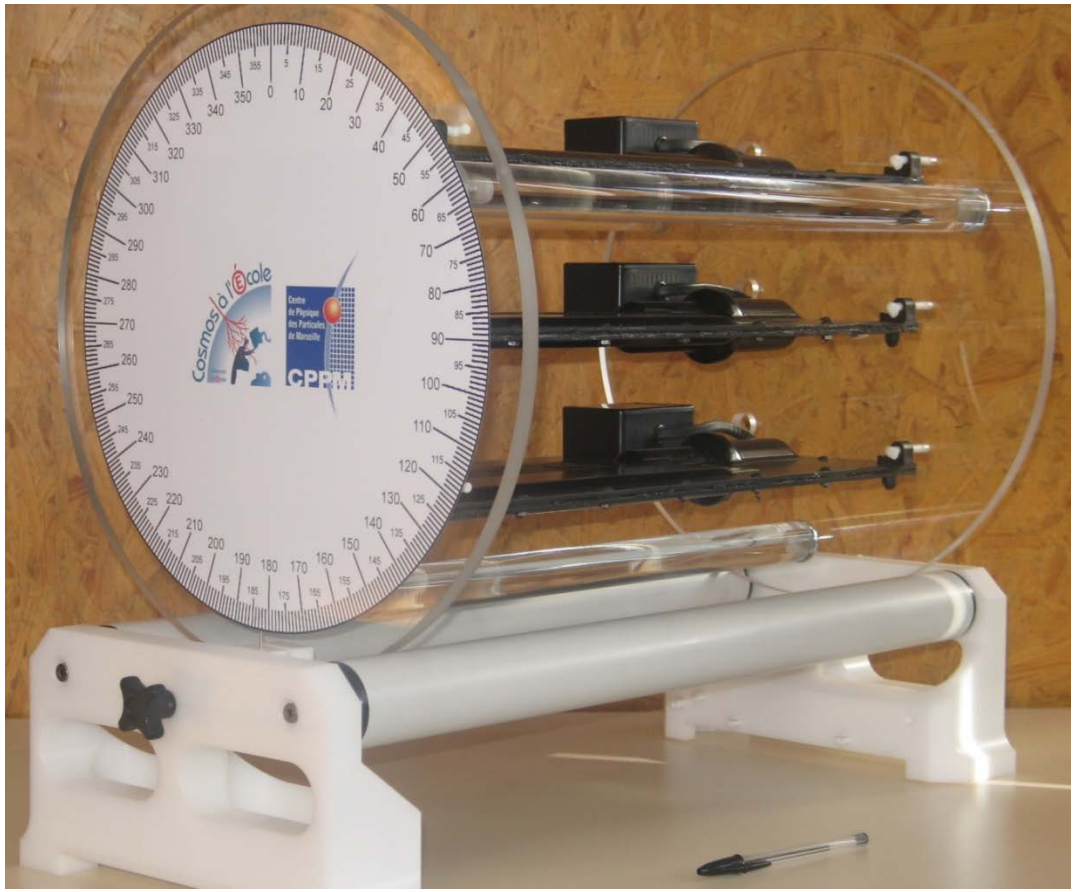
Chaque lycée participant reçoit par ailleurs le parrainage d'un chercheur de l'IN2P3 et un accompagnement pédagogique par le réseau de *Sciences à l'école*.

Des cahiers pédagogiques et de ressources sont disponibles sur le site de *Sciences à l'école* : *www.sciencesalecole.org*

cnrs IN2P3 Les deux infinis

Le cosmodétecteur

- Conçu par José Busto, construit par son équipe au Centre de Physique des Particules de Marseille (CPPM)
- Trois plans de scintillateur avec un photomultiplicateur au-dessus
- Sélection d'événements en coïncidence double ou triple
  - Elimine le bruit de fond
- Interface sous Labview pour piloter l'instrument et prendre des données (format ASCII)



- Une « roue cosmique » mobile pour étudier la distribution angulaire des muons issus des rayons cosmiques

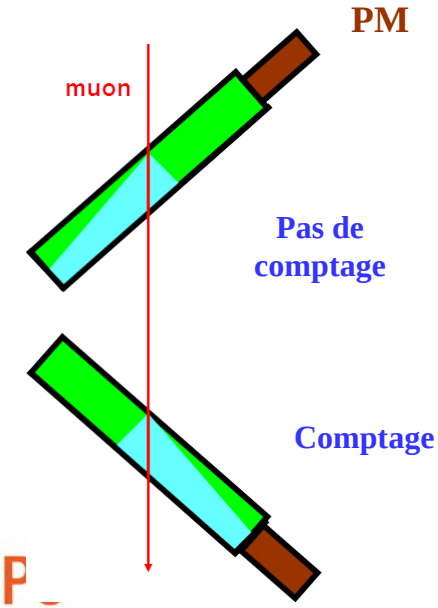
cnrs IN2P3 Les deux infinis

Des détecteurs supplémentaires

- Détecteur à effet Cherenkov

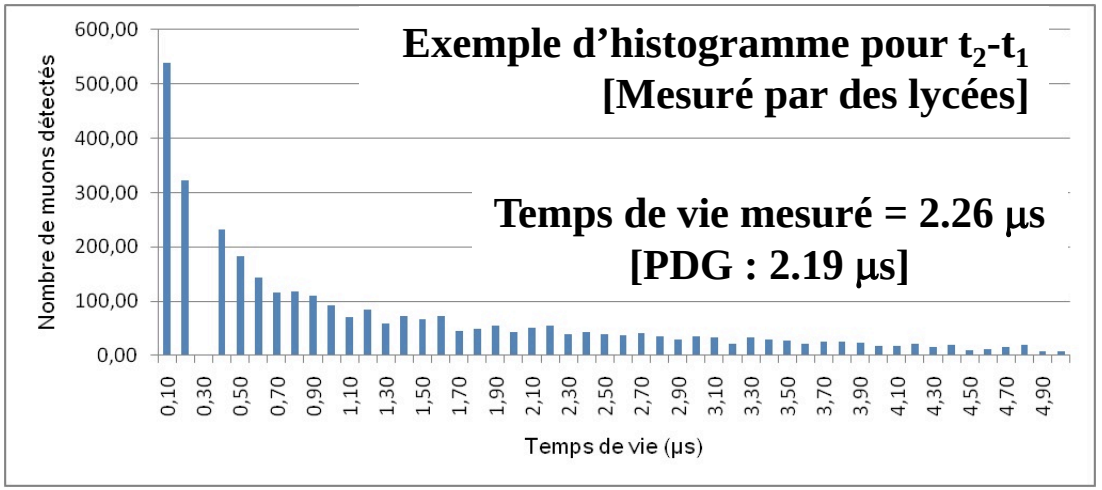
guide de lumière + absorbeur

→ Pour montrer que les muons viennent « d'en haut »



- Gros scintillateur pour mesurer le temps de vie du muon

→ μ entre (1er signal) et s'arrête (parfois) e émis quand il se désintègre (2nd signal)



Exemples d'activités pédagogiques

- Mesurer la distribution angulaire des muons cosmiques
- Mesurer le temps de vie du muon
- Observer la radioactivité de certains éléments (^{40}K, etc.)
- Utiliser l'effet Cherenkov pour déterminer la direction du muon
- Etudier les gerbes de particules
- Etudier l'interaction particules-matière

+ Il faut "mettre ses mains dans le cambouis" :
  - Calibration
  - Discrimination
  - Coincidence

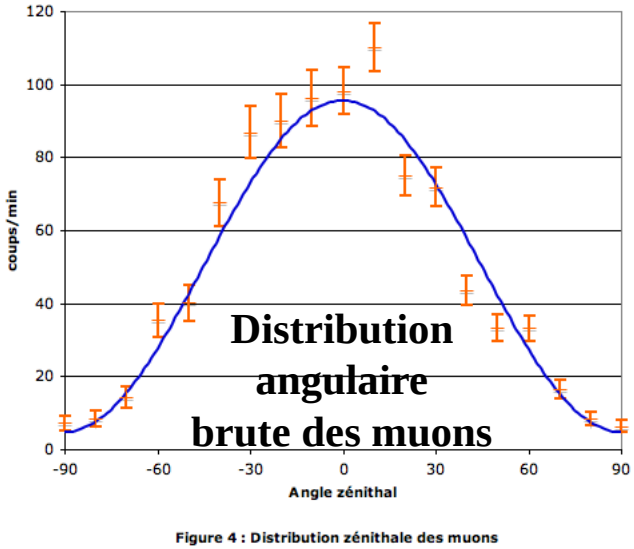
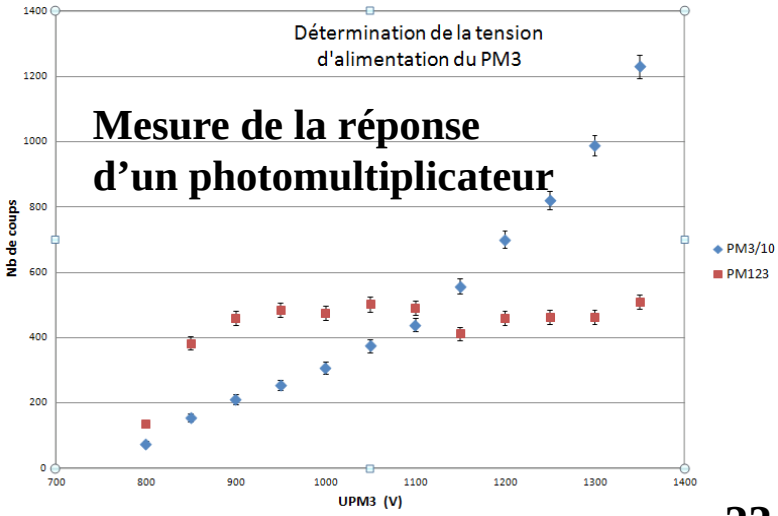


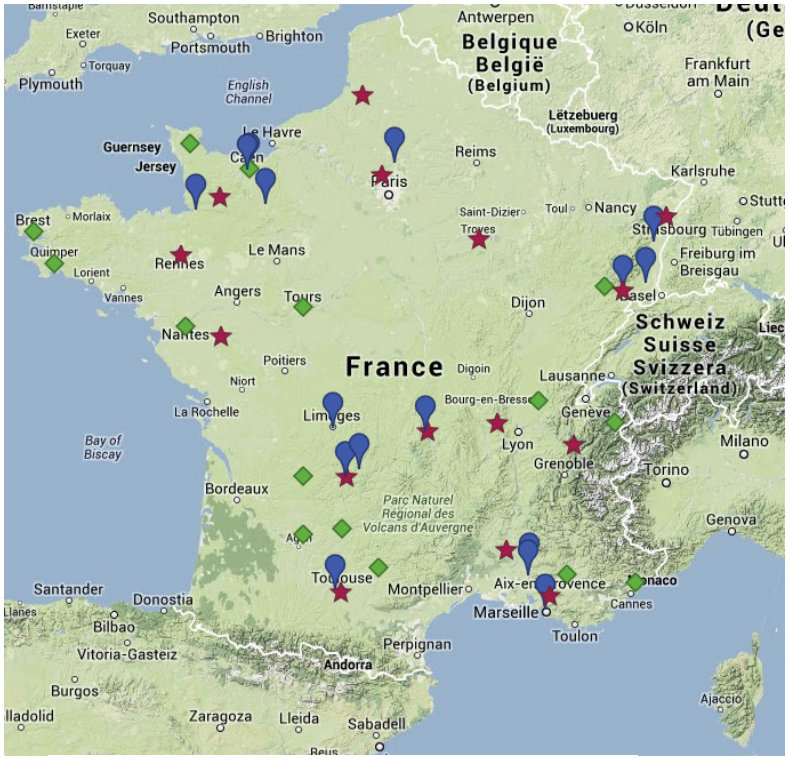
Figure 4 : Distribution zénithale des muons



cnrs IN2P3 Les deux infinis

Où trouver un cosmodétecteur ?

- 46 lycées dans 18 académies
- Plus de 1100 élèves concernés chaque année
- 15 cosmodétecteurs supplémentaires livrés en 2017
  → Appel à candidature en 2016



★ et ● : lycées équipés avant 2013

◆ : lycées équipés en 2014

Un premier prix au concours C.Genial 2015

Un premier prix aux Olympiades de physique 2010

Partenariat IN2P3 – Sciences à l'Ecole

- « Sciences à l'Ecole » est un dispositif ministériel qui vise à promouvoir l'enseignement des sciences dans le secondaire et le supérieur

- Trois actions principales
  - Financement de projets
    → LUNAP : « L'Univers à portée de la main »
    → CDC : « Chercheurs dans les classes »
  - Prêts d'équipements scientifiques performants dans les lycées
    → Détecteurs de rayons cosmiques : « Cosmos à l'Ecole »
    → Autres programmes : astro, sismo, génome, météo, les experts
  - Concours scientifiques pour des groupes de lycées
    → Niveau national : Olympiades de physique, C.Genial
    → Niveau international: EUCYS, CASTIC, Olympiades de physique

cnrs IN2P3 Les deux infinis

À l'École des deux infinis

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).

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

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

cnrs IN2P3 Les deux infinis

Formation d'enseignants

- Stage d'une semaine au CERN chaque année (1ère semaine des vacances de Toussaint)
  - Promotion de ~35 professeurs
  - Cours, conférences, ateliers, visites : en français
  - Sélection sur dossier : IPR & Sciences à l'Ecole
  - Contrat : s'impliquer dans des activités pédagogiques après le stage
    [prérequis pour obtenir un cosmodétecteur par exemple]

- Journées Passeport pour les deux infinis
- Formations inscrites au PAF dans plusieurs académies – 2014-2017 : Créteil, Troyes, Versailles, etc.
- Ecole d'été e2phy
  - Nouvelle école: ephyd (08/2017)

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...

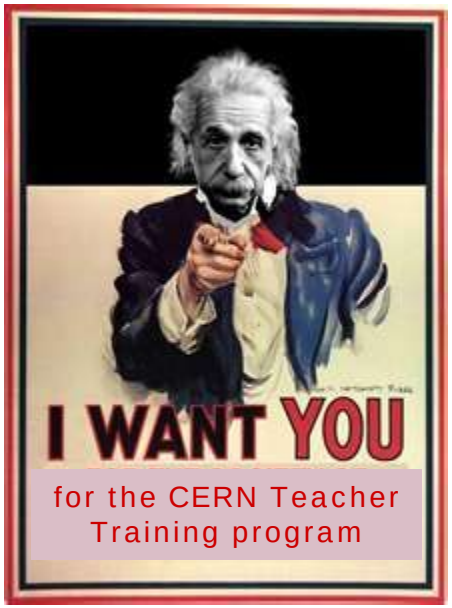
cnrs IN2P3 Les deux infinis

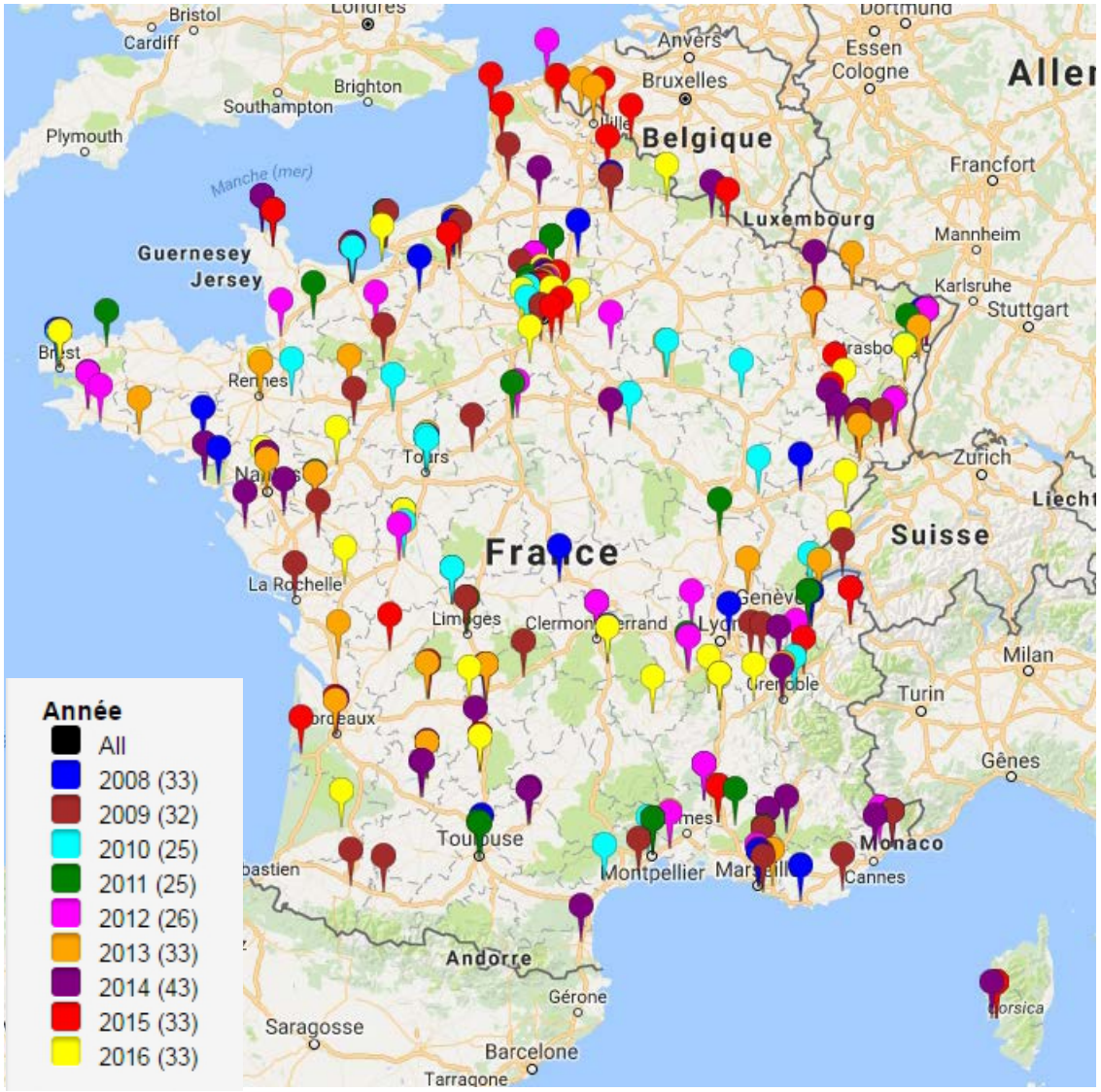
Stage au CERN

cnrs IN2P3 Les deux infinis

Stage au CERN

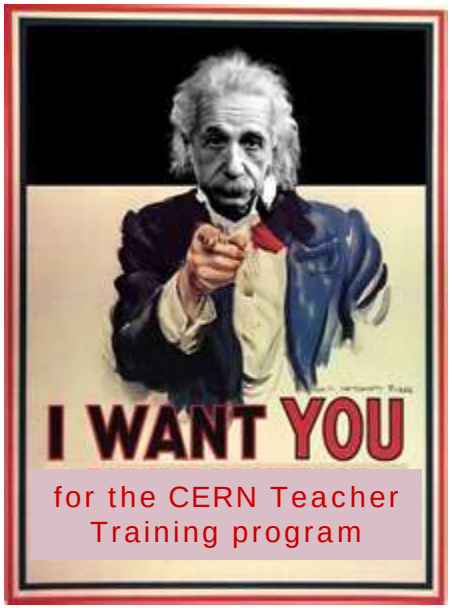
- Carte des participants 2008-2016
- Et vous ?
- Et vos collègues ?

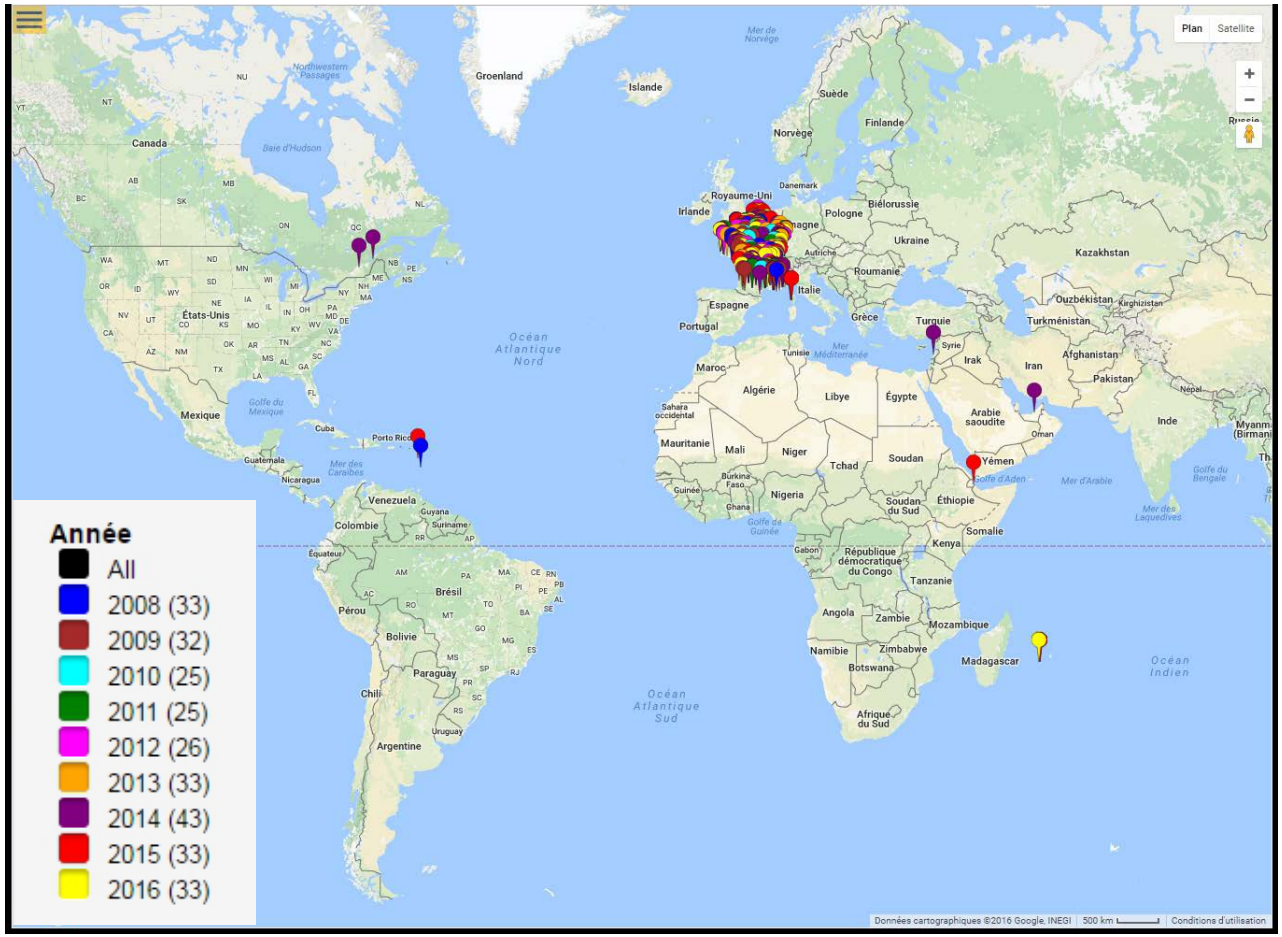




Stage au CERN

- Carte des participants 2008-2016
- Et vous ?
- Et vos collègues ?





D’autres projets/ressources pédagogiques

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).

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

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

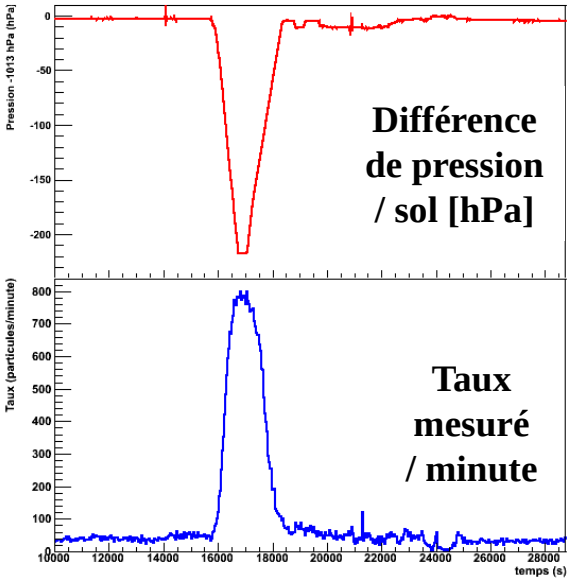
Construit autour d'un livre réversible qui dresse un panorama des sujets liés au monde des particules et de l'astrophysique, *Passeport pour les deux infinis* c'est :
- un outil pédagogique adapté aux programmes ;
- un dispositif invitant les enseignants à développer avec leurs élèves des activités dans 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

cnrs IN2P3 Les deux infinis

La mallette COSMIX



- Un détecteur de rayons cosmiques portable
  - Poids < 4 kg
  - Dimensions : ~44×36×12 cm^3
  - Alimentation par USB, aucun réglage – « plug & play »
- Fonctionnalités limitées par rapport au cosmodétecteur
  - Mais permet une initiation rapide aux rayons cosmiques
  - hors des laboratoires – et des salles de classe !

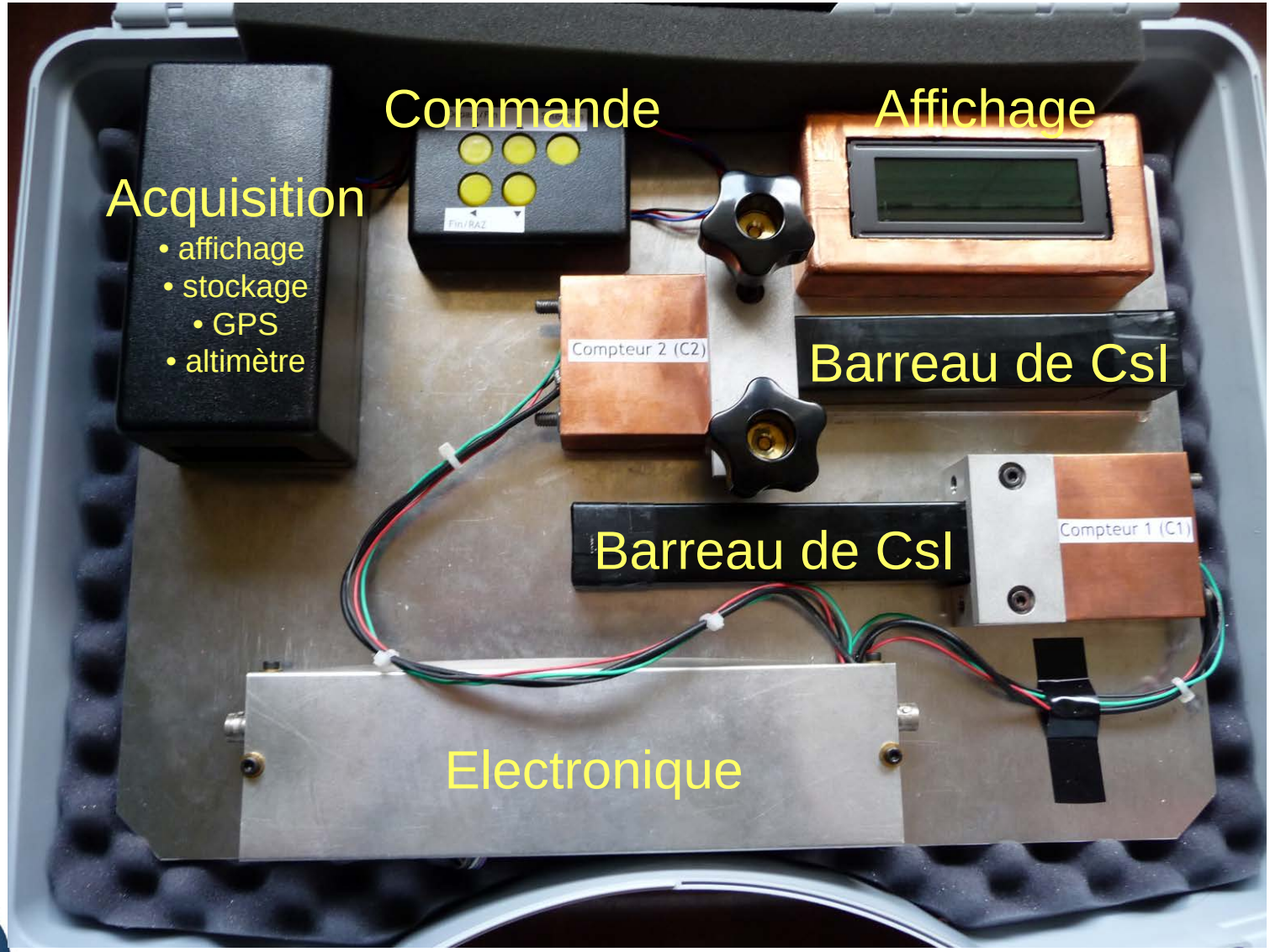
  → Conférences grand public, expositions, journées portes ouvertes …

  → A l'intérieur, à l'extérieur, en altitude, etc.
- Diffusion en Ile-de-France à partir de la rentrée 2014 : 10 mallettes
  - Certains labos de l'IN2P3 ont également acquis une mallette
  - Trois mallettes prototypes – dont deux financées par Sciences à l'Ecole
  - 2017 : ~30 mallettes en circulation

- Conçue par Benoit Lott et Denis Dumora
  du Centre Etudes Nucléaires de Bordeaux-Gradignan (CENBG)

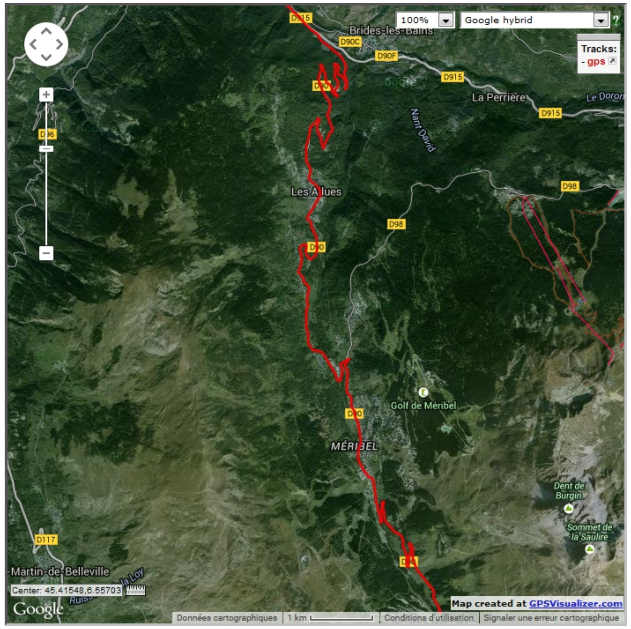
cnrs IN2P3 Les deux infinis

La mallette COSMIX



La mallette COSMIX

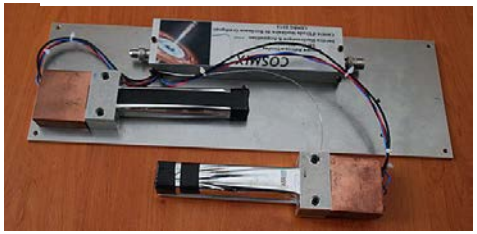
- Deux modes de prise de données
  - Visualisation des signaux avec un oscilloscope numérique

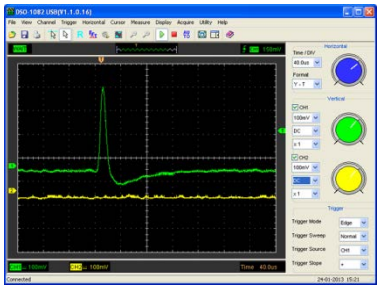


- Données (ASCII) copiées sur une carte mémoire SD (appareil-photo)

Taux / barre

~1 evt/s

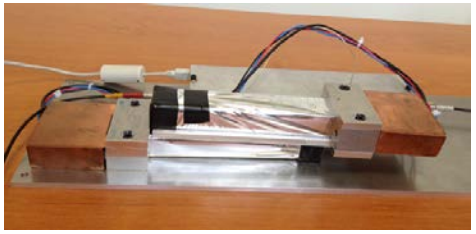


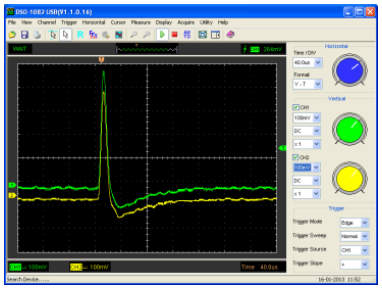


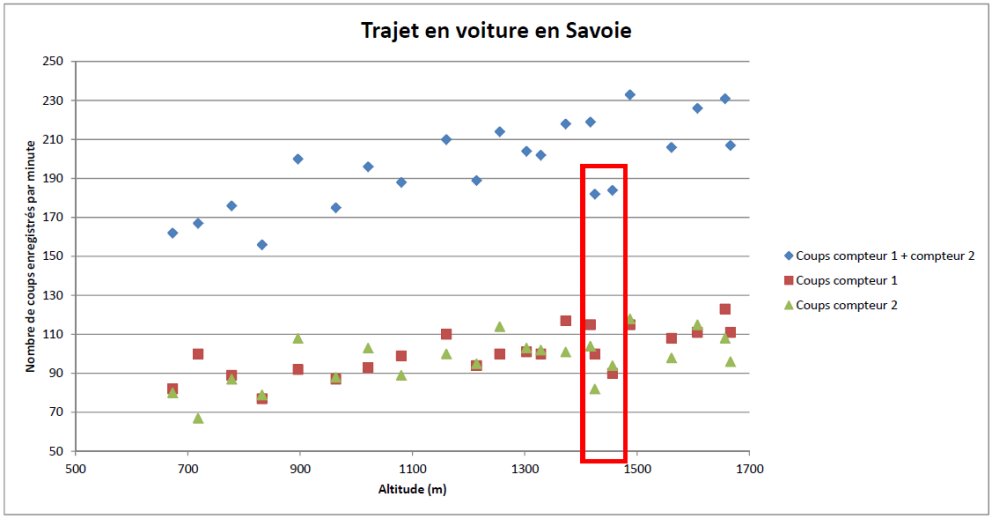
Coincidences

[Une barre est mobile]

~0.4 evt/s







La mallette COSMIX en Île-de-France

- Trois mallettes par académie : Créteil, Paris, Versailles
- Un enseignant référent par mallette
  - En charge de sa circulation
- Une brochure pédagogique associée
- Un site internet – encore en construction …
  - http://groups.lal.in2p3.fr/professeurs/malette-cosmix
- A terme : mise à disposition de lots de données
  - Acquisition en montagne, dans un avion de tourisme, en sous-sol, etc.
- Organisation similaire en région Aquitaine

cnrs IN2P3 Les deux infinis

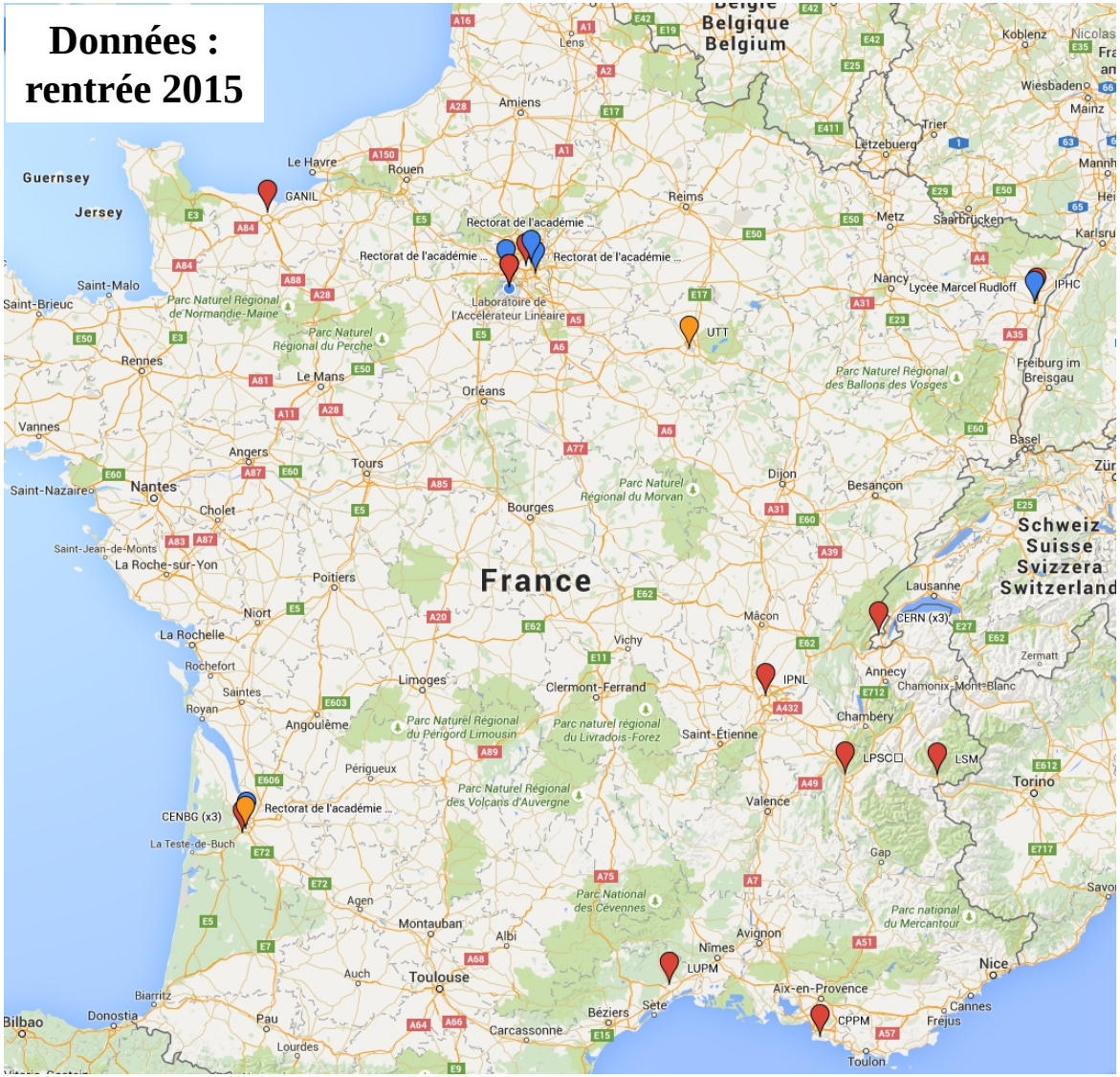
La mallette COSMIX

- Où la trouver ?

- Laboratoires
- Etablissements d'enseignement supérieur
- Lycées

- Hors carte : Corse, La Réunion, Québec, Vietnam

→ ~30 mallettes au total



La mallette COSMIX

- Où la trouver ?

- Laboratoires
- Etablissements d'enseignement supérieur
- Lycées
- Hors carte : Corse, La Réunion, Vietnam

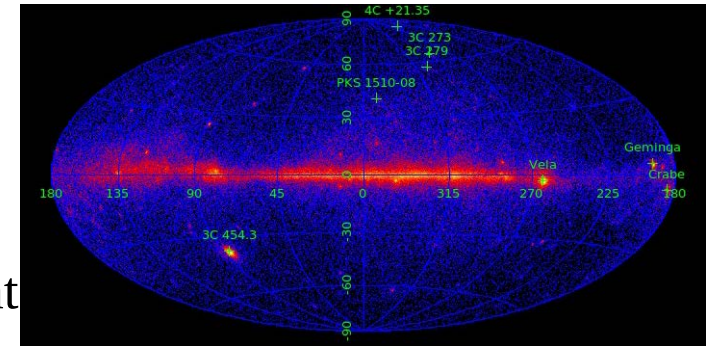
→ ~30 mallettes au total

Le projet COSMAX

- COSMAX : COSMic ACCelerators – http://www.cenbg.in2p3.fr/COSMAX-les-accelerateurs-cosmiques
  - Suite logicielle développée par le CENBG
  - Basée sur les outils utilisés par les physiciens pour leurs analyses
  - Sous Linux – directement sous cet OS ou via une machine virtuelle VMware

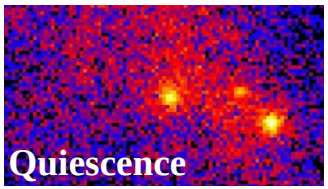
- Permet d'observer le ciel dans le domaine des rayons gamma à l'aide des données du détecteur LAT embarqué sur le satellite Fermi-GLAST

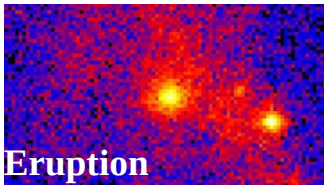
- Production de cartes du ciel et d'animations pour suivre un phénomène variable



- Les données de Fermi
  - sont publiques (disponibles en moins de 12h)
  - couvrent l'ensemble du ciel
  - sont simples à comprendre et utilisables directement

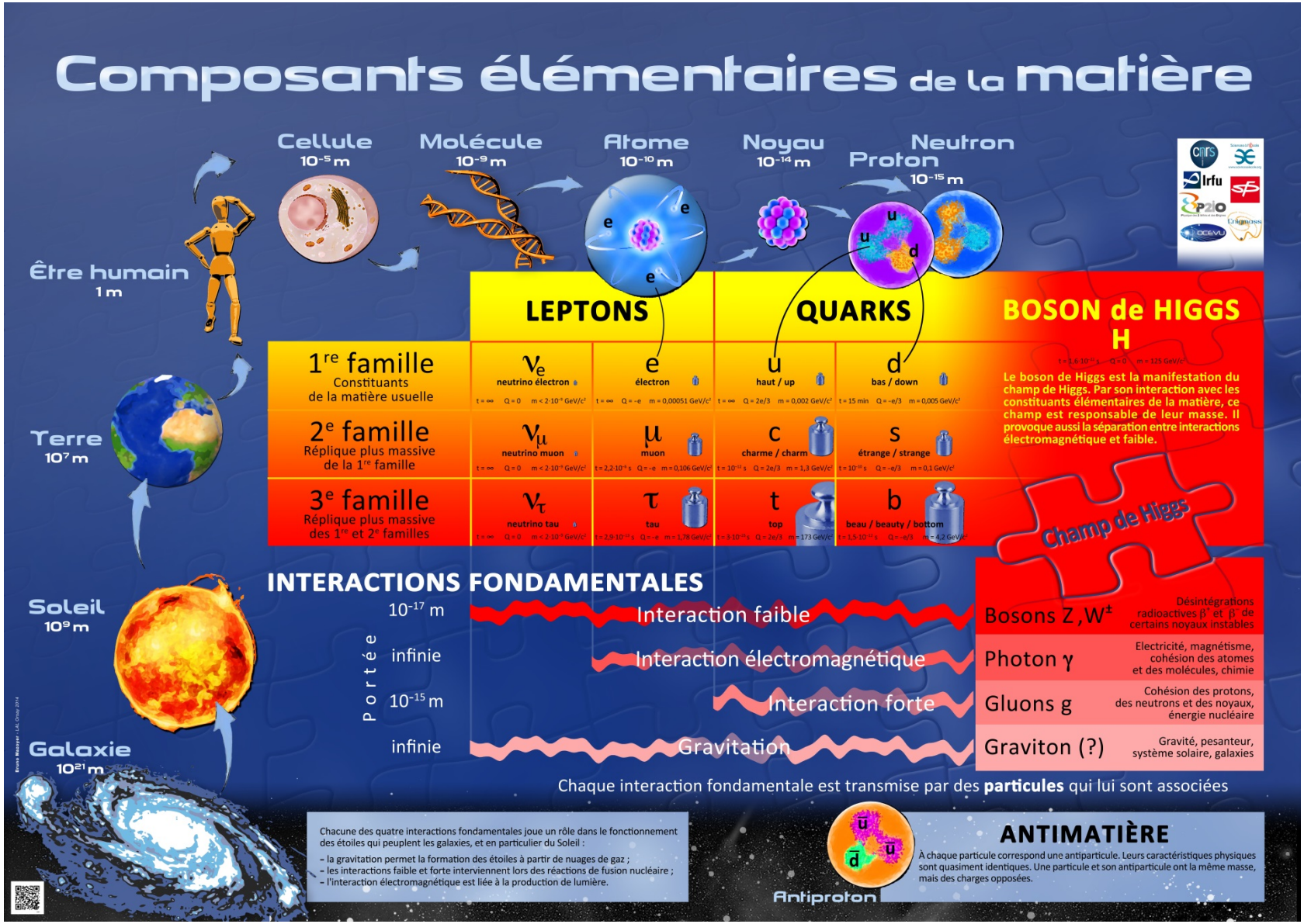
- Etude de phénomènes transitoires
  - blazars, sursauts gamma, pulsars





Nébuleuse du crabe (M1)

L'affiche des composants élémentaires de la matière (version 2015) …



IN2P3
Les deux infinis

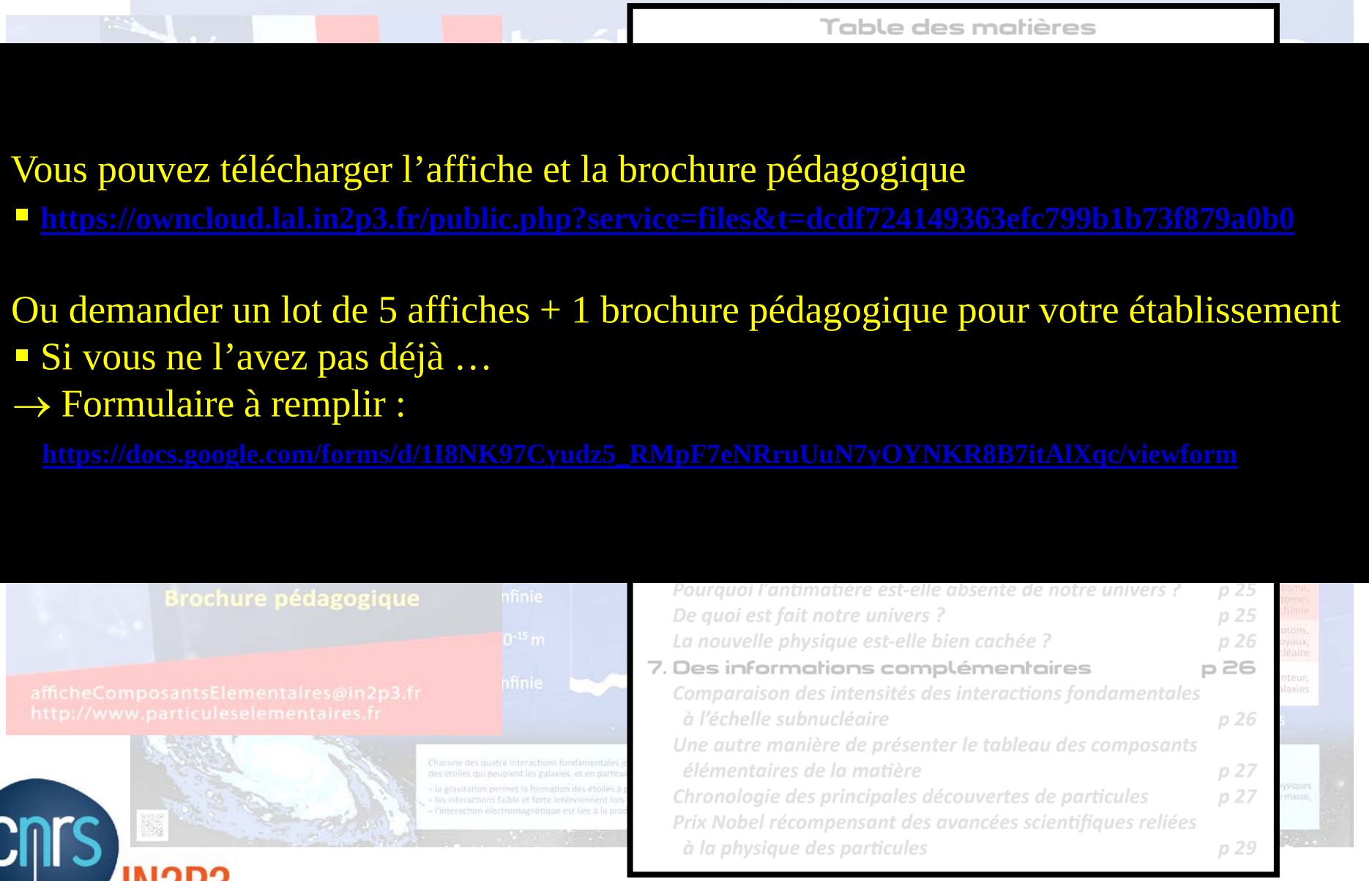
… et son livret pédagogique

Table des matières

1. Que représente ce tableau ? p 2
   - *La frise* p 3
   - *Le tableau des composants élémentaires* p 4
   - *Le Soleil* p 7
   - *L'antimatière* p 7
2. Les interactions fondamentales p 8
   - *Généralités* p 8
   - *Principales caractéristiques des interactions fondamentales* p 10
3. Quarks et leptons p 12
   - *Les quarks* p 12
   - *Les leptons* p 15
4. Le boson de Higgs p 18
5. Quoi de neuf depuis 2005 ? p 20
6. Quelques questions toujours en suspens p 23
   - *Pourquoi quatre interactions fondamentales ?* p 23
   - *Pourquoi trois familles ?* p 24
   - *Pourquoi les constituants de la matière et les particules qui véhiculent les interactions ont-elles des masses si disparates ?* p 24
   - *Quelle est la nature des neutrinos ?* p 25
   - *Pourquoi l'antimatière est-elle absente de notre univers ?* p 25
   - *De quoi est fait notre univers ?* p 25
   - *La nouvelle physique est-elle bien cachée ?* p 26
7. Des informations complémentaires p 26
   - *Comparaison des intensités des interactions fondamentales à l'échelle subnucléaire* p 26
   - *Une autre manière de présenter le tableau des composants élémentaires de la matière* p 27
   - *Chronologie des principales découvertes de particules* p 27
   - *Prix Nobel récompensant des avancées scientifiques reliées à la physique des particules* p 29

cnrs IN2P3 Les deux infinis

… et son livret pédagogique



- Vous pouvez télécharger l'affiche et la brochure pédagogique
  - https://owncloud.lal.in2p3.fr/public.php?service=files&t=dcdf724149363efc799b1b73f879a0b0
- Ou demander un lot de 5 affiches + 1 brochure pédagogique pour votre établissement
  - Si vous ne l'avez pas déjà …

  → Formulaire à remplir :

  https://docs.google.com/forms/d/1I8NK97Cyudz5_RMpF7eNRruUuN7yOYNKR8B7itAlXqc/viewform

IN2P3 Les deux infinis

Expositions IN2P3

- Trois expositions depuis 2011
  → ~Une chaque année, série en cours

- Une exposition type
  - Un thème central
    - 2010 : Combattre le cancer
    - 2012 : Centenaire de la découverte des rayons cosmiques
    - 2013 : Les accélérateurs de particules
  - Décliné en 10-15 panneaux A0
  - Pour le grand public et les scolaires
  - Propos scientifique, forme « attrayante »

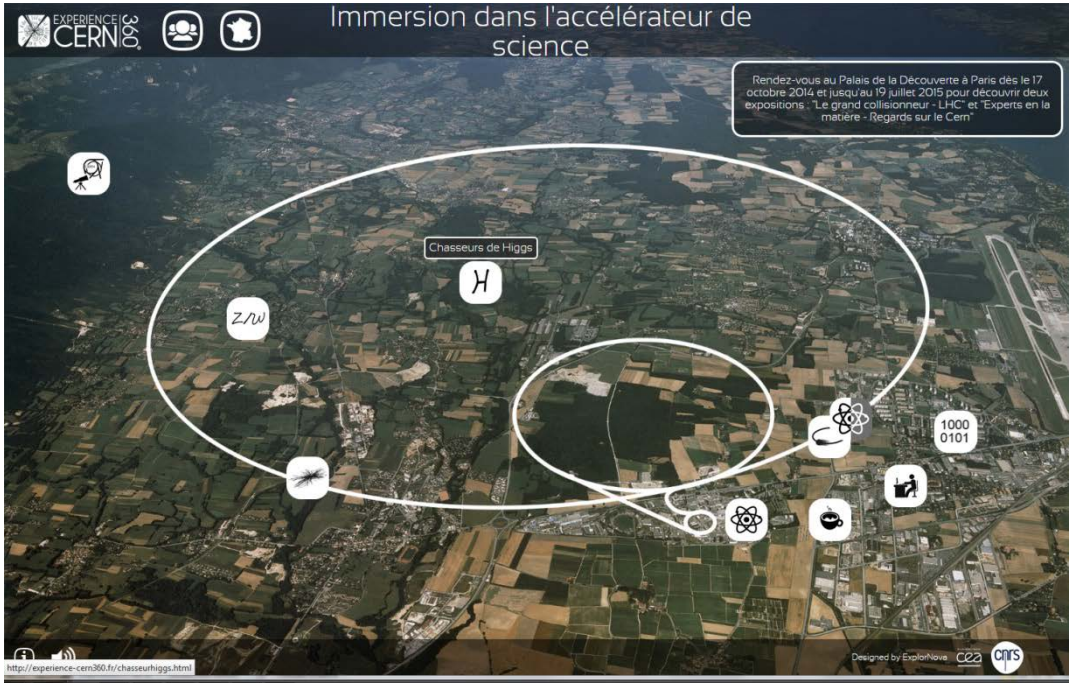
- Plusieurs jeux de panneaux dans des labos IN2P3
  - Disponibles pour votre lycée – transport à votre charge

- Les pdfs haute définition sont disponibles sur demande pour impression locale
  - Exemple d'un prof de Clermont :
    → Impression sur papier A2
    + ajout de film plastique : panneaux solides et pas chers !

cnrs IN2P3 Les deux infinis

60 ans du CERN

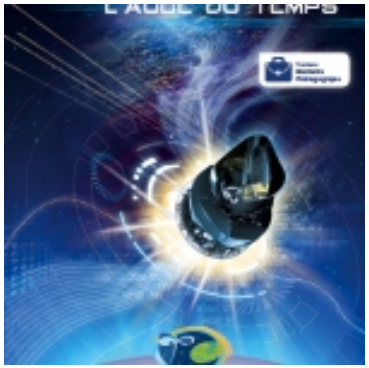
- Acte de naissance du CERN : le 29 septembre 1954
- Exposition temporaire « Le grand Collisionneur » au Palais de la Découverte jusqu'au 19/07/2015
  - C'est terminé …



- Exposition photo « Experts en la matière – regards sur le CERN
  - http://www.palais-decouverte.fr/fileadmin/fileadmin_Palais/fichiersContribs/au-programme/expos-temporaires/lhc/Experts-en-la-matiere-webdoc.pdf
- Webdocumentaire proposant une visite virtuelle du CERN : **http://experience-cern360.fr**

La mallette pédagogique Planck

- Satellite Planck : observation du « rayonnement de fond diffus cosmologique »
  - La première lumière de l'Univers, émise 380 000 ans après le Big-bang
  - Une source extraordinaire d'informations cosmologiques



- Trois types de mallette : lycées, clubs d'astro, animations
  - Téléchargeable gratuitement
  - Version papier à 20 euros (frais de port et d'emballage)

  → Chaque mallette peut servir à 40 personnes
  - Site web : http://public.planck.fr/espace-educatif/reservation-mallette-pedagogique

- Contenu de la mallette lycée (version papier) :

  1 DVD, 1 jeu de posters, 1 livret enseignant (+ présentations powerpoint),
  1 livret élève/personne, 1 document lancement / personne, 1 fiche anglais / personne,
  1 maquette satellite + notice d'emploi / 2 personnes,
  1 correction maquette satellite

cnrs IN2P3 Les deux infinis

Les ondes gravitationnelles

- De nombreuses ressources disponibles en ligne
  - Français, anglais, italien, etc.

→ Page ressources
  - Collaboration IN2P3 & Sciences à l'Ecole

- Possibilité de visiter Virgo
  - Cascina, près de Pise
  - Beaucoup de demandes depuis début 2016
    Créneaux limités
    → Réserver très en amont si projet de visite

- Nuit des ondes gravitationnelles
  - http://www.cnrs.fr/nuit-des-ondes-gravitationnelles
    → Soirée parisienne enregistrée : à revivre en différé !

cnrs IN2P3 Les deux infinis

Site internet laradioactivite.com

- URL : http://www.laradioactivite.com

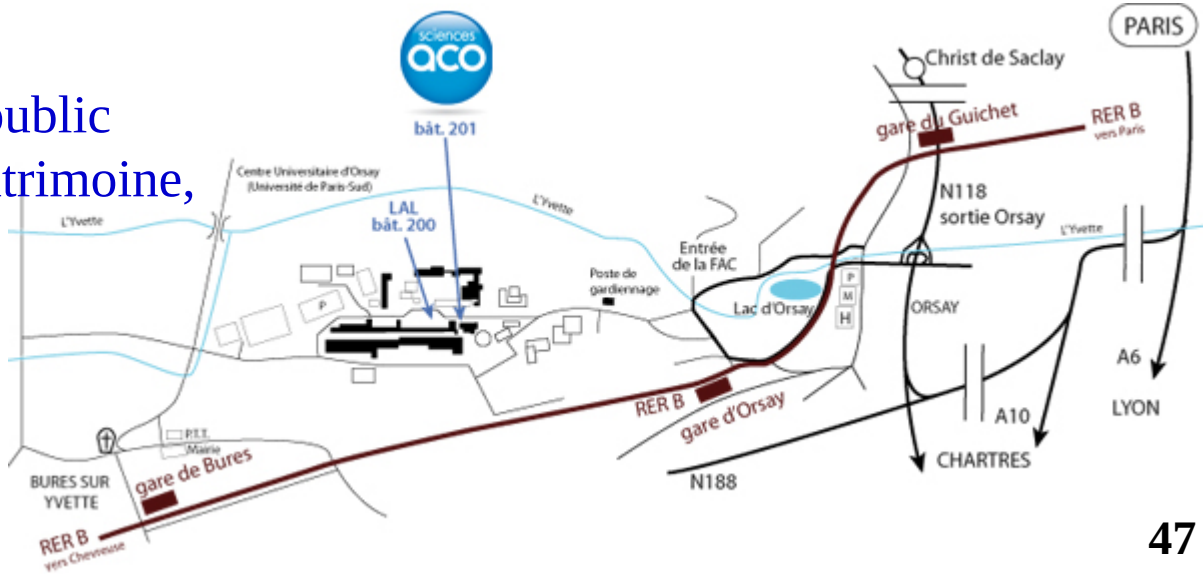
Le musée Sciences ACO

- Musée de la Lumière et de la Matière : http://www.sciencesaco.fr
  - Situé sur le campus d'Orsay de l'Université Paris Sud (RER B Orsay-ville)

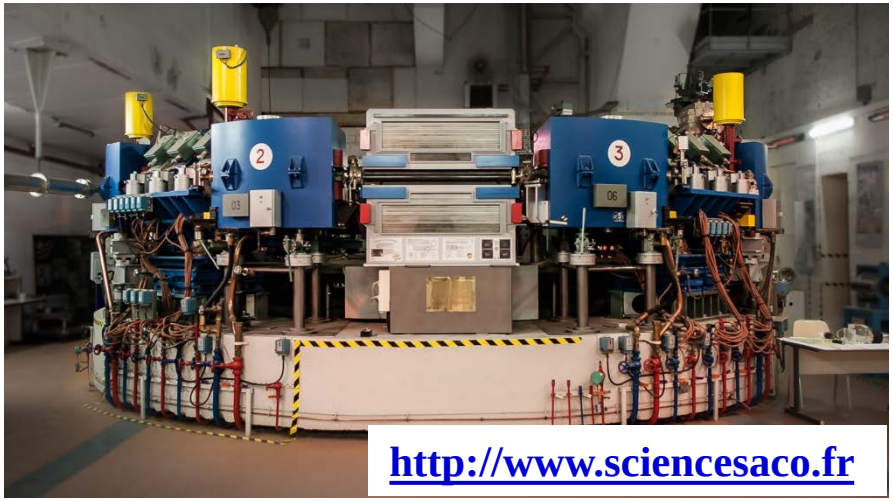
- Issu de la riche histoire scientifique du complexe accélérateur LAL-LURE
  - Reconnu « site historique » par la société européenne de physique en 2013

- Animé par une association de bénévoles passionnés
  - « Noyau dur » d'anciens qui ont travaillé sur des machines du complexe

- Visites gratuites sur demande
  - > 2000 visiteurs par an
  - Scolaires, étudiants, grand public
  - Journées européennes du Patrimoine, Fête de la Science

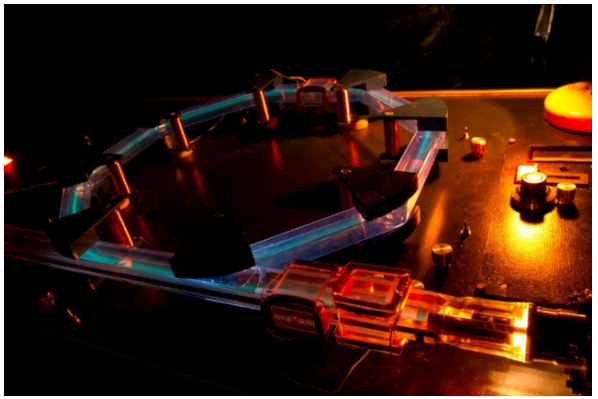


Le musée Sciences ACO



- Un lieu rare
  → Trois éléments emblématiques

- L'Anneau de Collisions d'Orsay (ACO)
  - En fonctionnement de 1965 à 1988
  - Monument Historique depuis 2001
  - 22 m de circonférence (LHC : 27 km)



- La salle de contrôle de l'ancien « linac » du LAL
  - Témoignage de l'histoire des sciences et des techniques

- La « Grande ronde des électrons »
  - accélérateur linéaire + anneau de stockage « de table »

cnrs IN2P3 Les deux infinis

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
- 9 numéros publiés [9ème : 09/2016]
  → 1 thème central pour chaque numéro
  - Tous disponibles sur internet

cnrs IN2P3 Les deux infinis

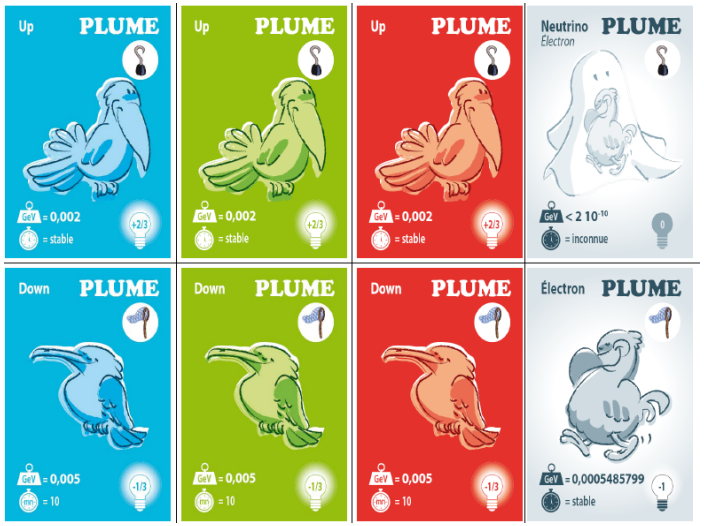
http://elementaire.lal.in2p3.fr

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 : memory, 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

  → jeu de cartes / application smartphone
- Démonstration et test dans des classes de lycée

  → Contact : elementaire@lal.in2p3.fr



Le « Quark Clash »

- Déclinaison numérique du « Quark Poker »
  - Collaboration avec l'ENJMIN (CNAM)
    → École Nationale du Jeu et des Médias Interactifs Numériques

- Un premier essai de ressource pédagogique sur support numérique
  - Hybride entre science et jeu de cartes
    → Règles physiques + « combats » entre particules

- But :
  découvrir les transformations
  des particules sous l'action
  des interactions

- Informations et téléchargement :
  https://elementaire.lal.in2p3.fr/quark-clash

Le livre « D'ici au Big Bang »

- Traduction d'un livre écrit en italien par Barbara Sciascia,
  physicienne aux Laboratoires Nationaux de Frascati (INFN, près de Rome)

- Cible : 10-12 ans
  - Livre court, illustré, ton chaleureux
  - Quelques raccourcis scientifiques

→ Complément aux ressource existantes,
plutôt à partir du niveau lycée

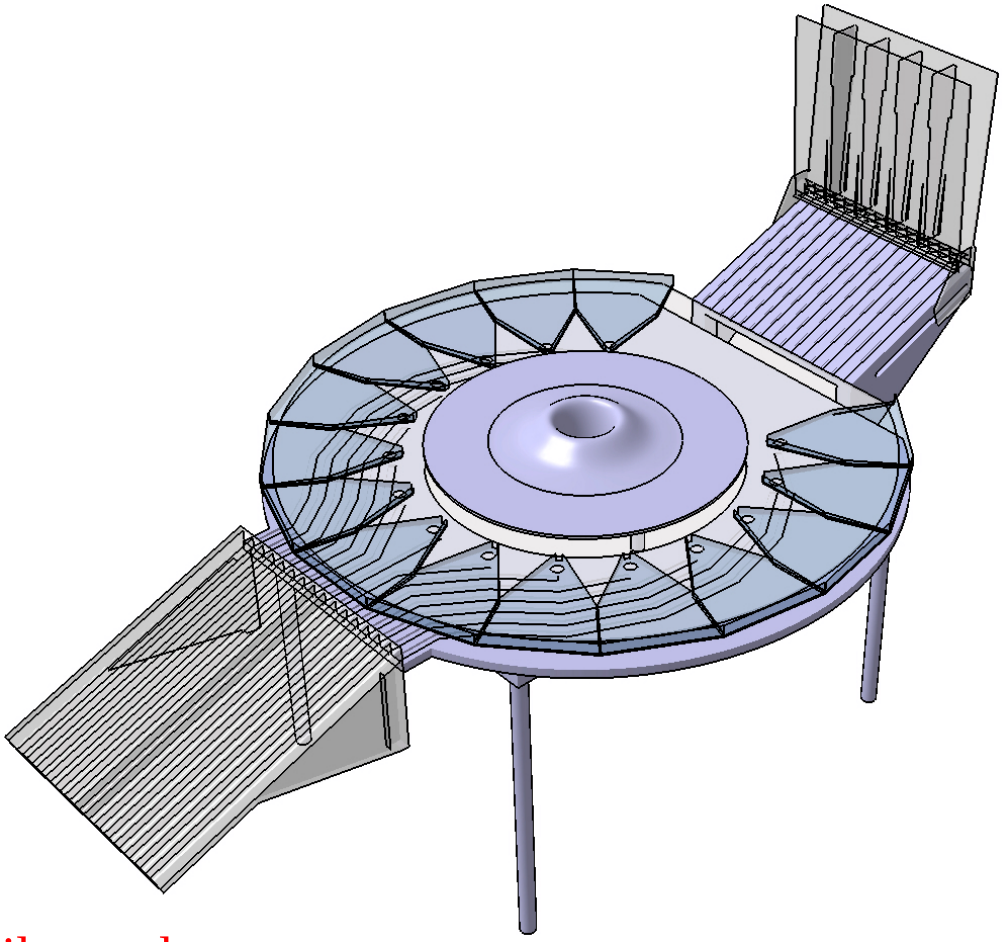
- Livre en téléchargement gratuit
- Feuillatage en ligne
- Certains laboratoires IN2P3
  en ont commandé des exemplaires papier
  → Renseignez-vous !

cnrs IN2P3 Les deux infinis

Des réalisations locales …

- … dans des laboratoires

- Quelques exemples :
  - « Billotron » à Caen
  - « Saladier accélérateur », « petit train des particules », etc. à Clermont-Ferrand
  - Musée expérimental à Modane
  - Chambre à brouillard, arche cosmique, cosmophone
  - etc.



→ Si vous êtes en contact avec un laboratoire IN2P3, demandez-leur s'ils ont des ressources de ce genre disponibles (prêt, copie/duplication, etc.)

Concours internationaux

- Exemple : le concours « Beamline for schools » du CERN
  - « Une ligne de faisceau pour les lycées »
- Site internet http://beamline-for-schools.web.cern.ch
- Un concours annuel, international, en anglais, pour tous les lycéens
  - Déjà quatre éditions
    - 2014 : les lycéens vainqueurs venaient de Grèce et de Hollande
    - 2015 : Italie et Afrique du Sud
    - 2016 : Pologne, Royaume-Uni, mention pour un groupe français
    - 2017 : Canada, Italie
  - Cinquième édition en 2018 : candidatures déjà ouvertes !
- Foire aux questions : http://beamline-for-schools.web.cern.ch/faq
- Comment participer : http://beamline-for-schools.web.cern.ch/how-apply
  - Candidature : un texte de 1000 mots plus une vidéo d'une minute
  - Prix : une semaine au CERN tous frais payés pour réaliser une expérience sur une ligne de faisceaux sur cible fixe (« T9 ») sur le SPS

cnrs IN2P3 Les deux infinis

Venir au CERN

- International Teacher Programmes
  http://teacher-programmes.web.cern.ch/itp/international-teacher-programmes

> The International High School Teacher Programme (HST) 2018 will take place 1-21 July 2018 and the International Teacher Weeks Programme (ITW) 2018 will take place 5-18 August 2018.
> The application process for both programmes will be open 1 November 2017 - 13 January 2018!

- S'Cool LAB : http://scool.web.cern.ch
  - Day : http://scool.web.cern.ch/content/apply-now
    - Beaucoup plus de candidatures que de places – mais il faut essayer !
  - Summer CAMP : http://scool.web.cern.ch/content/scool-lab-summer-camp
    - (seulement) 1 place pour un lycéen français

- Visiter le CERN
  https://visit.cern/fr/tours/visites-guidees-pour-les-groupes

cnrs IN2P3 Les deux infinis